PLEASE EXCHANGE
R EXD.

岡 山 大 学
農 学 部 学 術 報 告

第 12 号

SCIENTIFIC REPORTS
OF THE
FACULTY OF AGRICULTURE OKAYAMA UNIVERSITY

No, 12

昭和33年9月
SEPTEMBER 1958

岡山大学農学部発行

PUBLISHED BY THE FACULTY OF AGRICULTURE
OKAYAMA UNIVERSITY, OKAYAMA, JAPAN

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/scientific-reports-faculty-of-agriculture-okayama-uni_1958-09_33_12

目　　次

清 久 正 夫：昆虫の高温に対する抵抗性の頻度分布及び比較撒布度 $1/k^2b^2m^2$ に関する考察……1

小 泉 憲 治：秋羽化ドクガの経過について……7

須 藤　　浩
内 田 仙 二：エンシレージの成分と品質に関する研究
（第4報）　アンモニヤ態窒素含量と品質について……15

今 村 経 明
片 岡　　啓
鈴 木　　聖
長 尾　　寛：岡山県の原料乳について
化学的組成の部……29

今 村 経 明
片 岡　　啓
鈴 木　　聖
長 尾　　寛：岡山県の原料乳について
細菌数の部……37

福 田　　稔：農業機械化の経済的意義に関する研究
（第2報）　農業機械化の経済性について……43

Contents

KIOKU, M.:
Considerations on the Frequency Distribution of Resistability of Insects to Abnormally High Temperature and the Relative Deviation of Variation $1/k^2b^2m^2$ 1

KOIZUMI, K.:
On the Partial Autumn Emergence of the Far Eastern Urticating Moth, *Euproctis flava* BREMER (Lepi., Lymantriidae). 7

SUTOH, H. and UCHIDA, S.:
Studies on the Chemical Composition and Quality of Silage. IV. On the Ammonical Nitrogen Content and Quality. 15

IMAMURA, T., KATAOKA, K., SUZUKI, H. and NAGAO, H.:
On the Quality of raw Milk utilized in Okayama Prefecture. Chemical Components. 29

IMAMURA, T., KATAOKA, K., SUZUKI, H. and NAGAO, H.:
On the Quality of raw Milk utilized in Okayama Prefecture. Bacterial count. 37

FUKUDA, M.:
Studies on Economic Meaning of Agricultural Mechanization. 43

昆虫の高温に対する抵抗性の頻度分布及び比較撒布度 $1/k^2b^2m^2$ に関する考察

清　久　正　夫

Considerations on the Frequency Distribution of Resistability of Insects to Abnormally High Temperature and Relative Deviation of Variation $1/k^2b^2m^2$

Masao KIYOKU

The writer had inferred indirectly that the time mortality curve is a cumulative curve of frequency distribution that the resistability of insects to heat is distributed normally against the k-th power of the time X (KIYOKU 1951). Now, in order to determine the resistability to heat directly, the time required to kill each individual in a given population has been measured, respectively; and the frequency distribution curve of heat resistance have been constructed from the data.

According to these experimetal results, the distribution curve of heat resistance, as measured on the normal scale, has been found to be markedly skew. But it has been possible to obtain a distribution which is approximately normal by adopting the simple transformation of the scale of time–the X^k transformation method. The numerical value of k in X^k to be used for transformation must be incresed as 1/4, 1/2, 1 with the rise of temperature.

In these experiments, a new index $1/k^2b^2m^2$ (relative deviation of variation) has been used for estimating the deviation in resistability of insects to heat.

緒　　言

昆虫の高温に対する抵抗性が曝露時間に対して正規分布するということは比較的古くから漠然と知られていたが，筆者はそれは1部の現象であつて温度如何によつてはモードが左寄り又は右寄りとなるので広い温度範囲にわたつては常に正規分布であると言えないとした（清久1951a）．そして斯様な分布を統一的に記載する為，x^k の k の値が温度に対して幾何級数的に変化する所の x^k 型正規分布と定義した（清久1951b）．

この説は他の学者の研究成績に対してもよく適合するけれども（清久1951b），実験成績から組み立てたS型の時間死亡率曲線（抵抗性変異の累積曲線と考える）の型から間接的に推定したものであるから，処理中に2次的要因が入るかも知れないので厳密なことが言えない．故に全く別の直接的実験を行いそれを確かめる必要があつた．

次に上の説が正しいものとして，熱抵抗を x^k 正規分布と考えプロビット解析を実施するに際しそれから推定される中央致死時間や殺虫能率（プロビット回帰直線の回帰係数）は k の値の違つたものの間では比較に用いられない．勿論中央致死時間に就いてはその値を $1/k$ 乗すればよい．然し殺虫能率はそのように簡単には処理出来ない．故にその場合の適当な指数を案出する必要もあつた（清久1954）．

上述の事項は "Probit-Analysis" 適用の面で基礎的重要事項であるから一層確実にする必要があり，尚最近筆者の説に疑をいだく学者がある現況にかんがみ，直接的実験によつて抵抗性の分布が単なる正規分布であるか，筆者のいう x^k 正規分布であるかを確かめ，併せて殺虫能率に代るべき適当な指数 $1/k^2b^2m^2$ の由来を考察したのが本論文である．

I．材料及び方法

実験材料は1定の系統に属するアズキゾウムシ *Callosobruchus chiuensis* の雌雄70対を径12cm．のシャーレにとり，小豆（品種は大納言，水分含有率約13%）40gr．を食餌として与え，30°C 定温器（湿度調節には大型シャーレに入れた水を用う）の中にて産卵，発育せしめて得た成虫の羽化16時間以内のものであつた．実験材料を処定の高温に曝露させる方法は第1図に示した装置の中へ次々に1頭ずつ孔Aより投入した．投入後それが器底に落下した時から昆虫の活動が全く停止するまでの時間を夫々ストップウオッチにて測定し，期様にして得た測定時間を1定の階級に分け，各階級とその階級に属する活動停止虫数とをもつて度数分布表を作つた．本実験に用いた温度は47°C，50°C，53°C 及び56°C の4種であつてそれぞれの湿度は食塩の過飽和液を用いて調節をした．

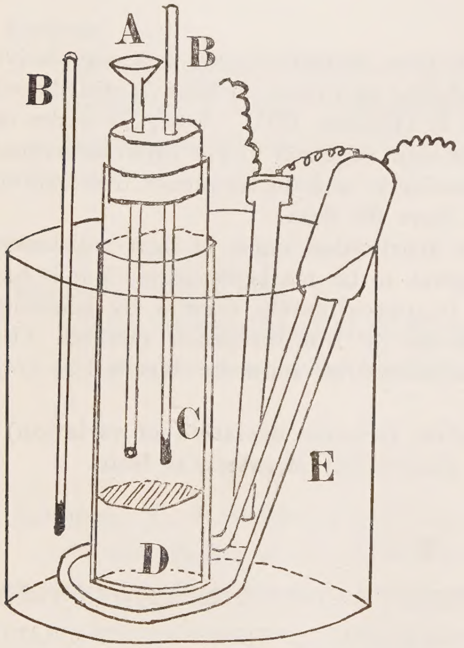


Fig. 1. Apparatus of Exporiment.

A: Hole of the test tube
B: Thermometer
C: Test tube
D: Saturated solution of $CaCl_2$
E: Water bath

II．実験成績

昆虫が活動を停止するまでの時間の各階級に属する活動停止虫数，それの百分率，それの累積度数百分率及びそれに対応するプロビットを第1表に示す．

第1表の成績に基ずき活動停止までの時間を横軸に，活動停止の百分率を縦軸にとつて度数分布図を画くと第2図のとおりであつて，それら4個の内 56°C 以外はいずれもモードがやゝ左に片寄つているように思われる．

III．度数分布の型に関する考察

第2図に示した4個の度数分布が正規分布と見做らされるかどうかを簡単に判定する試みとしてプロビット図上解析により，時間を横軸にプロビットを縦軸にとつて作図すれば 56°C のみは大体1直線となるが，其の他は1本の直線で示すことが出来ない（第3図上段）．

そこで前報の方法（清久1951b）に基づき，横軸にとつた数値の x^k 転換を行う．即ち 56°C はそのまゝ（$k=1$），53°C 及び 50°C は $k=\frac{1}{2}$，47°C は $k=\frac{1}{4}$ とする．その結果はいずれも完全に1直線化が出来た（第3図下段）．

故に本回の実験によつても高温に対する昆虫の抵抗性の分布は k が温度の上昇に対して2を公

Table 1.　Experimental Results.

Temperature tested C°	Class (Sec.)	Number of response	Response rate in percentage	Cumulative response	Response rate in probit
47	0—240	1	2	2	2.943
	240—300	5	10	12	3.873
	300—360	3	6	18	4.084
	360—420	12	24	42	4.798
	420—480	10	20	62	5.305
	480—540	7	14	76	5.706
	540—600	5	10	86	6.080
	600—660	2	4	90	6.281
	660—720	2	4	94	6.554
	720—780	1	2	96	6.750
	780—840	0	0	96	6.750
	840—1020	0	0	96	6.750
	1020—1080	1	2	98	7.053
	1080—1320	0	0	98	7.053
	1320—1380	1	2	100	—
50	0— 90	4	8	8	3.594
	90—120	13	26	34	4.587
	120—150	18	36	70	5.524
	150—180	7	14	84	5.994
	180—210	3	6	90	6.281
	210—240	4	8	98	7.053
	240—270	0	0	98	7.053
	270—300	1	2	100	—
53	0— 40	3	6	6	3.445
	40— 50	7	14	20	4.158
	50— 60	8	16	36	4.691
	60— 70	11	22	58	5.201
	70— 80	12	24	82	5.915
	80— 90	4	8	90	6.281
	90—100	3	6	96	6.750
	100—110	1	2	98	7.053
	110—120	0	0	98	7.053
	120—130	1	2	100	—
56	0— 20	8	16	16	4.005
	20— 30	19	38	54	5.100
	30— 40	17	34	88	6.175
	40— 50	5	10	98	7.053
	50— 60	1	2	100	—

比とする幾何級数的系列の x^k 型正規分布であるという風に統一記述が出来るように思われる.

勿論これは概算であるから更に厳密な統計的処理を実施すると次の通りであつた.

先ず FISHER の方法にしたがい累積率の推定量として k-統計量を用い

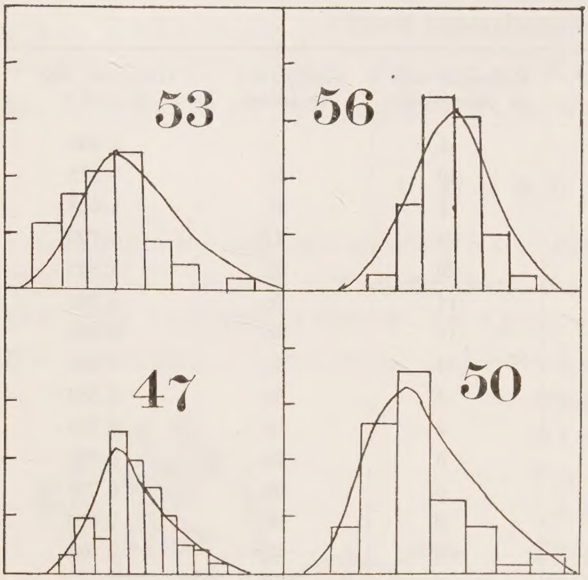


Fig. 2. Histgrams and Frequency Distribution Curves. Ordinate: Frequency, Abscissa: Time in Seconds

$$G_1 = K_3 / K_2^{\frac{3}{2}} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

$$G_2 = K_4 / K_2^{2} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

と定義し，正規分布ならG_1及びG_2の期望値が夫々0となる性質を利用する．これらの統計学的検定の為にはG_1とG_1の分散の平方根との比（分布曲線の歪の有無の検定のため），及びG_2とG_2の分散の平方根との比（正規性検定のため）を算出し，それらを夫々t-検定する（但しn＝∞：危険率0.05：t＝1.96）．この検定結果は第2表の通りである．

第2表に示した結果によれば $G_1 \big/ \sqrt{V(G_1)}$, $G_2 \big/ \sqrt{V(G_2)}$ はいずれも危険率0.05のtの値1.96より小さいので，それらは x^k 転換に

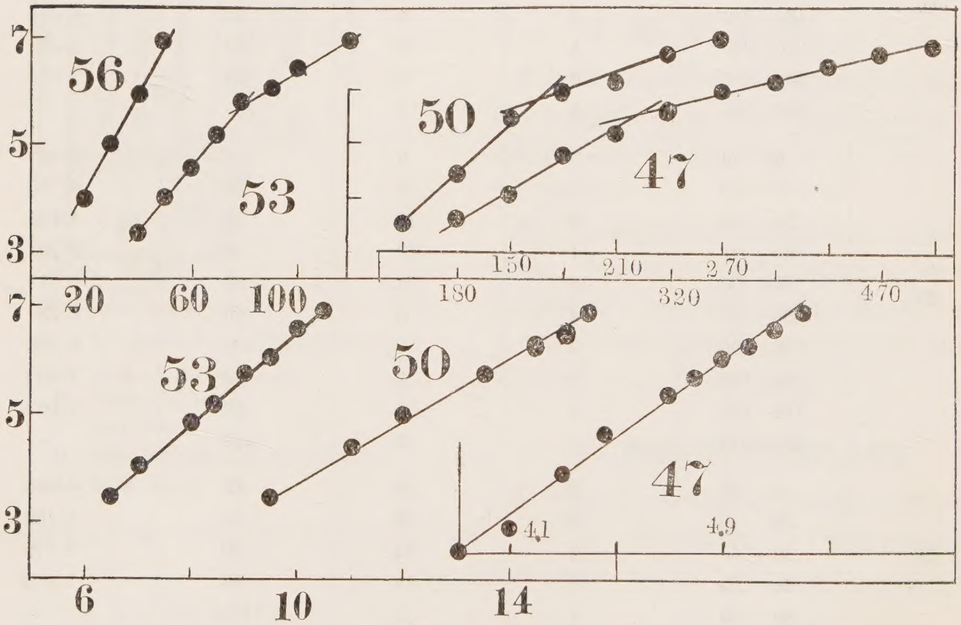


Fig. 3. The Linearity of Time Response Regression Lines for Different Temperatures.

In the above figure, the respose is shown in terms of probit and exposure time in seconds, whereas in the below one, that is shown in terms of probit and exposure time in X^k scale.

Table 2. Test of X^k-normal Distribution

Temperature tested C°	K	G_1	$V(G_1)$	$G_1/\sqrt{V(G_1)}$	G_2	$V(G_2)$	$G_2/\sqrt{V(G_2)}$
56	1	0.447	0.058	1.85	0.218	0.448	0.32
53	1/2	0.620	0.058	0.26	1.321	0.448	1.95
50	1/2	1.030	0.058	0.04	1.178	0.448	1.76
47	1/4	0.021	0.058	0.08	0.094	0.448	0.14

よつて正規型であると断定することが出来る．然し若し x^k 転換をほどこさないで計算すれば $G_2/\sqrt{V(G_2)}$ の値が温度によつては1.96より大きい場合がある（47°C. では3.94，50°C. では2.46）からそのまゝのものでは正規分布であるとは言えない．

所で本回の実験で得た k の値を前回の実験で得た k の値（清久1951b）と比較すると本回の実験の47°C. の $k=\frac{1}{4}$，50°C. 及び53°C. の $k=\frac{1}{2}$，50°C の $k=1$ に対し，前回の実験の46°C. 及び48°C. は $k=2$，50°C. は $k=4$，53°C. は $k=3$ であるから相互に大分趣が違つている．然し前回の実験は昆虫の致死点が目標であつたに対し本回のは高温による活動停止点（おそらく熱昏睡であろう）が目標となつているから k の絶対値が違つても余り問題にはならないだろう．要は k の値が温度によつて相対的に変化するか否かがわかれば本回の実験目的は達せられる．

以上要するに高温に対する昆虫の抵抗性の分布は単なる正規分布ではなくて k が温度の上昇に対して幾何数的系列を示す所の x^k 正規分布であるという前説を実験的に確認することが出来た．

IV　比較撒布度 $1/k^2b^2m^2$ に関する考察

熱抵抗の分布は曝露時間 x に対して x^k 正規分布であることが確かめられるので，この種の実験成績をプロビット解析する際に用うる x^k-プロビット回帰直線は

$$Y=5+b_k(x^k-m^k)^* \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(3)$$

で示される．但しYはプロビット，x^k は k 乗された時間，m^k は k 乗れさた中央値，b_k は回帰係数で標準偏差 σ_k の逆数である．

(3)式から m^k 及び b_k 又は $1/\sigma_k$ を統計学的に推定することが出来るが，温度の如何で k の値が異なつたものゝ間の m_k や b_k を比較することは出来ない．勿論 m^k は $1/k$ 乗すればよいが b_k は $1/k$ 乗しても意味がない．そこで k の値の如何にかゝわらず比較が出来る指数を案出したその経過は次のとおりである．

---

* X^k 正規分布の分布函数は

$$F_{k(x)}=\exp[-(x^k-m^k)^2/2\sigma_k^2]/\sqrt{(2\pi\sigma_k^2)}$$

累積度数分布は

$$F_{k(x)}=\int_{-\infty}^{x}\exp[-(x^k-m^k)^2/2\sigma_k^2/\sqrt{(2\pi\sigma_k^2)}\,dx$$

$$=(2\pi)^{-\frac{1}{2}}\int_{-\infty}^{t}\exp[-\frac{t^2}{2}]\,dt$$

但し標準化する為，$m=0$，$\sigma=1$ の正規分布とした．従つてこの場合の正規当価偏差 t は

$$t=\frac{1}{\sigma_k}(x^k-m^k)$$

これをプロビットYで示せば

$$Y=5+\frac{1}{\sigma_k}(x^k-m^k)$$

$$\text{又は}=5+b_k(x^k-m^k)$$

本回の実験によつて頻度 $F_{(x)}$ がX（但し時間 x の k 乗されたもの）に対し $N(m\cdot\sigma^2)$ の正規分布するとしたから，$\frac{X}{m}$ に対しては $N\left[1\cdot\left(\frac{\sigma}{m}\right)^2\right]$ である．これの標準化された正規分布即ち $N(0\cdot1)$ に於ける変量は $\left[\left(\frac{X}{m}-1\right)\Big/\left(\frac{\sigma}{m}\right)^2\right]$ である．よつてこの場合の正規当価偏差 t は

$$t=\frac{m^2}{\sigma^2}\left(\frac{X}{m}-1\right) \quad \cdots\cdots(4)$$

$t=1$ とすれば $\frac{X}{m}$ と $\left(\frac{\sigma}{m}\right)^2$ との間には次の関係が見られる．

$$\frac{X}{m}-1=\left(\frac{\sigma}{m}\right)^2 \qquad \therefore\ \frac{X}{m}=1+y \quad \cdots\cdots(5)$$

但し $y=\left(\frac{\sigma}{m}\right)^2$ とする．(5)式中 X も m も共に k 乗されたものであるからその比 $\frac{X}{m}$ は当然 k の値の如何で変化する．故にもとに直すと $1/k$ 乗すればよい．即ち

$$\left(\frac{X}{m}\right)^{\frac{1}{k}}=(1+y)^{\frac{1}{k}}=1+\frac{1}{k}y+\frac{\frac{1}{k}\left(\frac{1}{k}-1\right)}{2}y^2+\cdots\cdots(6)$$

$\left(\frac{X}{m}\right)^{\frac{1}{k}}$ の平均値Eは，$E\left[\left(\frac{X}{m}\right)^{\frac{1}{k}}\right]=1+\frac{\frac{1}{k}\left(\frac{1}{k}-1\right)}{2}\cdot\left(\frac{\sigma}{m}\right)^2 \cdots\cdots(7)$

次に $\left(\frac{X}{m}\right)^{\frac{1}{k}}$ の分散Vは，$V\left[\left(\frac{X}{m}\right)^{\frac{1}{k}}\right]=E\left[\left(\frac{X}{m}\right)^{\frac{2}{k}}\right]-E\left[\left(\frac{X}{m}\right)^{\frac{1}{k}}\right]^2$

$$=1+\frac{\frac{2}{k}\left(\frac{2}{k}-1\right)}{2}\cdot\left(\frac{\sigma}{m}\right)^2-\left[1+\frac{\frac{1}{k}\left(\frac{1}{k}-1\right)}{2}\cdot\left(\frac{\sigma}{m}\right)^2\right]^2$$

$$=\left(\frac{1}{k}\right)^2\left(\frac{\sigma}{m}\right)^2=\sigma^2/k^2m^2 \quad \cdots\cdots(8)$$

(8)式は分散であるが m の比較値となつているので特に比較撒布度と呼ぶ．回帰直線を用いて示すと $\sigma=\frac{1}{b}$ であるから(8)式は，$U_{k(x)}=1/k^2b^2m^2 \cdots\cdots(9)$

依つて k の異なる間の比較の為には(9)式を用いればよい．本実験に於ける4種の温度の下の比較撒布度を計算すれば第3表である．尚これらの値と温度との間に見られる法則性及びその応用的意義については別の論文にて報告する．

Table 3. Relative Deviation of Variation.

Temperature tested C°	56	53	50	47
$1/K_2b_2m_2\times100$	7.49	6.59	7.35	7.58

V 摘 要

本論文は高温に対する昆虫の抵抗性が時間に対して正規分布するのではなくて，x^k の k が温度に対して幾何級数的に変化する x^k 正規分布であるということを直接的実験によつて確かめ，k の異なる場合の殺虫能率の比較を容易にする為の1つの指数として比較撒布度 $1/k^2b^2m^2$ の由来を考察したものである．

引 用 文 献

1) 清久正夫（1951a）：京都学芸大学学報，No. 1，P. 89—100.
2) 清久正夫（1951b）：防虫科学，No. 16（II），P. 119—130.
3) 清久正夫（1954）：農業統計研究，Vol. 2（I），P. 25—30.

秋羽化ドクガの経過について

小 泉 憲 治

On the Partial Autumn Emergence of the Far Eastern Urticating Moth, *Euproctis flava* BREMER (Lepi., Lymantriidae).

Kenji KOIZUMI

The Far Eastern urticating moth, *Euproctis flava* BREMER is an univoltine insect through its entire distributional regions.

The life cycle of this moth is as follows;- the adults emerge from June to August, early in southern regions and late in northern ones and oviposite soon after emergence. About fifteen days after the oviposition, the eggs hatch and newly hatched larvae grow very slowly, they moult about 8～13 times through their develpomental period, from hatch to hibernation. This number of moult decrease regularly from southern to northern regions in propotion to the length of their feeding space of time. But the rate of growth of this period is exceedingly slight. This period, although they feed and grow, the larvae must be in a diapause condition. In October or November the larvae enter hibernation and then next spring the larvae make rapid development, they moult 3 in female : 2 in male till their final inster, irrespective of the number of the inster which experienced before hibernation. The rate of growth of this period is very large on the contrary to the rate of growth of the pre-overwintering period. The larvae pupate after 60 days of feeding period and the adults emerge 15～25 days after the pupation. Above mentiond larval development is illustrated in Figure 1. (A. marked curve) by the developmental curve of the head capsule of each insters and a few examples of the life cycle common in southern Japan are shown in Table 2.

Except the above ordinary life cycle, some examples of the partial autumn emergence has been known in very briefly and this seems the noteworthy fact in such an obligatory diapause insect. In this paper, the process of the appearance of this partial autumn emergence is explained and discussed. The larvae which turn in to the partial autumn emergence moth, make rapid development from any insters of the 3rd Type of larval stage in August or September, as shown in Table 2. (A. E.). This mode of the rapid develpoment is much alike as that of the over-winterd larvae. The turning of this develpomental type is brought by the break of diapause but this breaking mechanism of diapause is unknown. These process of development is illustrated in Figure 1. (B. curve). About 30～40 days after this turning of development, the adults emerge in October. The autumn moth is somewhat smoller than the ordinary summer moth. The eggs oviposited by this autumn moth must be hibernate in the stage of egg.

緒 言

ドクガの年経過に関しては，現在，大部分年1化で中間令幼虫で越冬するが，一部には2化し，卵で越冬するものがある，と云うのが定説になつている．この2化の場合に関する資料は，いた

つて少く，松村 (1899) の「蛾は年2回の発生をなすものにして，第1回は7月上旬乃至下旬，第2回は9月下旬乃至10月なり，卵子の有様にて越年す」と云う記事と，長野 (1916) の岐阜市名和昆虫研究所の1914年のアーク灯誘蛾記録に，6～7月の普通の飛来の後に，10月下旬に3頭の雄蛾の記録があることに由来しているものと考えられる．

これらは，何れも記事が簡単で，この2化目の秋に発生するものが，何のような経路をとつて現れるものかに関して，全く分つていないので，松村 (1899) の記述は，チャドクガとの混同ではないかとの見方や，夏期に羽化すべきものの中の非常に遅い個体が秋に出ているのではないかと云うような解釈も出されている．これ等の見方に関しては後に考察するとして，このような異常経過個体の知見は，普通経過個体の生態の理解に役立つ点も多いし，また，かゝる異化個体の出現の多少が，変動的な大発生の内的要因の一つとして，何等かの意義をもつかも知れないとも考えられるので，この問題は追求してみる要があると思われる．

本種の調査中，たまたま，この秋羽化個体に接することが出来たので，僅少な例数であるが，以下にその出現経過を記して，参考にしたい．

文献の教示ならびに閲覧に多大の援助を頂いた岡山大学大原農業生物研究所の安江安宣氏，秋田農試のパンフレットに関して便利を頂いた三重大学農学部の山下善平氏に厚く御礼申上げる。

I．秋羽化ドクガの経過

1. 飼育法： 1．供試虫は各地産とも，4月末より5月始めに，最終令または終令の前令の幼虫を野外より採集し，これを岡山の研究室内で飼育したものを交配し，カシの葉に産卵させて得られた大型卵塊を，1卵塊1区とした．2．1卵塊よりフ化した幼虫は，3令まで，1卵塊全部を飼育したが，3令中期より，各区100頭ずつに整理し，越冬迄は100頭1ポットの集団飼育を続け，越冬後は1ポットに15頭ずつに分けた．3．1区は径10 cm，高さ14 cmのガラス・ポット中で飼育し，ふたは器中の湿度に応じ，網ぶたやガラスぶたを適宜使用した．4．飼料は越冬まではクヌギ葉を用い，その鮮度に応じ，1～2日毎に交換した，越冬後はツツジを使用した．5．北側の室内での飼育で，この室内気温は外気温に比し，夏期に，平均気温で約1°C高く，最高気温で約0.7°C低く，最低気温で約3.0°C高かつた．日長には差はない．6．飼育器内は飼料の鮮度を保つために，過湿気味で，幼虫にはやゝ適当でなかつたか，各区共に眠中，起眠時に膿病様の状態で死亡するものが，かなり出た．7．秋羽化となる幼虫は，発育速進が生こり，他の個体に比し大型となり，見分けが出来るので，これを群より分離して1頭飼育に移した，9月20日で，秋羽化の幼虫が出るか出ないかの観察は打切り，秋羽化虫の出た区は翌年迄継続したが，他は別の実験に使用した．8．最多脱皮日をもつて，その区の脱皮日とした．

2. 経過： 1．第1表のように異なつた5地域より得た母蛾よりの卵塊を別個に飼育し，第1例は岡山市のものより，9月20日での総個体数813個に対し1♀を，第2例は岡山市のものより204個に対し1♂を，第3例は枚方市のものより204個に対し1♂を得た，全年の9月20日での総個体数合計1,071個に対し3個の秋羽化が現われたわけである．2．第2表のように秋羽化となるべき幼虫の発育速進が始まつたのは，第1例は7令で8月中旬，第2令は8令で8月下旬，第3令は10令で9月上旬であり，1度この変化が生ると，それ迄の遅々とした生長ぶりに対し，飛躍的な生長となり，♀は3回，♂は2回の脱皮で終令虫になり，この様相は普通個体の越冬後の生長様相と，発育速度においても，脱皮回数に於ても相似ている．3．ドクガ幼虫は，その毒刺毛叢生部の出現の仕方により，5個の幼虫期型に分かたれるが，これら秋羽化への発育速進の生つた各令は，いずれも，腹部第1．2節の亜背線位置にのみ毒刺毛叢生部を有する，第3型幼

Table 1. The Number of Partial Autumn Emergence to Total Number of Reared Larvae and its Original Locality.

Locality		Number of Larvae reared	Number of living Larvae at 20. IX	Number of Partial Autumn Emergence
Tsushima, Okayama City	1955	1,200	813	1 ♀
Tsushima, Okayama City	1956	400	204	1 ♂
Tsushima, Okayama City	1957	200	162	
Hinase, Okayama Pref.	1956	300	257	
Hinase, Okayama Pref.	1957	200	143	
Kitakijima, Okayama Pref.	1956	130	82	
Hirakata, Osaka Pref.	1956	300	224	1 ♂
Bizan, Tokushima City	1956	300	186	
		Total	1,071	3

Table 2. The Life Cycle of *Euproctis flava* BREMER. (3 Examples of Reared Groupe which developed the Partial Autumn Emergence.)

Ex. 1 — Okayama — 1955 — 1956

		A. E.	
Ovi.	11. VI		
Hat.	26.		
1 M.	2. VII		
2 M.	9.		
3 M.	17.		
4 M.	25.		
5 M.	2. VIII		
6 M.	12.		
7 M.	21.		
8 M.	1. IX	7 M.	18. VIII
9 M.	13.	8 M.	25.
10 M.	24.	9 M.	3. IX
11 M.	4. X	P.	15.
12 M.	17.	E.	2. X
13 M.	10.	♀	
14 M.	1. IV		
15 M.	17.		
16 M.	30.		
P.	19. V		
E.	13. VI		

Ex. 2 — Okayama — 1956 — 1957

		A. E.	
Ovi.	22. VI		
Hat.	6. VII		
1 M.	13.		
2 M.	21.		
3 M.	31.		
4 M.	6. VIII		
5 M.	15.		
6 M.	21.		
7 M.	28.		
8 M.	6. IX		
9 M.	17.	8 M.	4. IX
10 M.	29.	9 M.	12.
11 M.	12. X	P.	25.
12 M.	4. XI	E.	16. X
13 M.	14. IV	♂	
14 M.	30.		
15 M.	14. V		
P.	31.		
E.	19. VI		

Ex. 3 — Hirakata — 1956 — 1957

		A. E.	
Ovi.	13. VI		
Hat.	28.		
1 M.	5. VII		
2 M.	11.		
3 M.	19.		
4 M.	26.		
5 M.	2. VIII		
6 M.	9.		
7 M.	16.		
8 M.	24.		
9 M.	1. IX		
10 M.	12.		
11 M.	26.	10 M.	9. IX
12 M.	14. X	11 M.	17.
13 M.	7. XI	P.	29.
		E.	22. X
14 M.	12. IV	♂	
15 M.	29.		
16 M.	14.		
P.	2. VI		
E.	21.		

A. E. .. Partial Autumn Emergence　　Ovi. .. Date of Oviposition
Hat. .. Date of Hatching　　M. .. Date of Moulting
P. .. Date of Pupation　　E. .. Date of Emergence

虫期のものであつた．4．第1例の場合について，各令30個の平均頭巾を，実数のまゝ令を追つて図示すると，第1図，A．のようであり，途中より発育速進し秋羽化となつた個体のそれは，B．のようである．A．は，①1～2令，②．3～9令，(3)10～13令，④．14～17（16）令の4個の直線部分に分れるようにみえるが，環境的には，②の3～9令は，7月上旬より9月上旬で，平均気温で，25°～27°C間にあり，最高気温で30°～32°C間でしめられ，実質日長で14.30～13時間の間にあり，最も生長度が少い。次の③，の10～13令は9月中旬より11月上旬で，平均気温は25°Cから13°Cへと直線的に下降し，日長も13時間より10.30時間へと下降し，生長度は前時期に比してやゝ増すが，いぜん小刻みである．次の④，の14～17令は，越冬後で3月上旬より5月中旬であり，平均気温で5°Cから17°Cへと直線的に昇り，最高気温で10°Cから22°Cへと昇り，日長は11時間から13.30時間へと増加し，生長は発育相に転じ，飛躍的になると云う．各異なつた環境条件と生長様相にあるが，ここで，秋羽化個体の成熟生長は，普通個体の成熟生長と，逆傾斜の環境条件でなされていることになる。5．秋羽化は3例共，10月であり，何れも完全で，形態，色彩に特に差はないが，体躯はやゝ小型で，前翅長（基部より外角まで）で，第1例♀で14.5mm，第2例♂で11mm，第3例♂で12mmで，普通個体の平均♀で17.5mm，♂で14.5mmよりやゝ小さい．これ等3例とも羽化時に交配の相手がなく，受精力等を調査できなかつたが，蛹期の経過温度からみて，異常はないものと考えられる。第1例の♀は羽化翌夜に産卵したが，卵塊は乱れ，勿論，不フ化卵であつた．成虫食餌は必要ないので非給餌で第1例♀は羽化後8日で，第2例♂は10日で，第3例♂は8日で死亡した．

II．考　　察

1．出　現　率：第1表のように9月20日での総生存個体数と比較してみると1,071頭に対し3頭の出現で，稀にしか出ないものであることが察せられる．文献上の記録にみても，長野（1916）の岐阜市名和昆虫研究所でのアーク燈記録の1914年の6～7月の総誘蛾数129に対し，10月に3♂が入り，翌1915年には6～7月の総誘蛾数48に対し，秋期には全く入つていない．更に他の年の同所アーク燈記録を昆虫世界誌に求めてみても秋期の例は見当らない．また，各地の蛾類目録を各誌のバック・ナンバーに見ても，行徳（1941）が福岡県浮羽郡竹野村にて，1938年10月19日に1♀を得た記録をみる程度であり，従来，この種の秋羽化に関する知見の乏しかつたこと自身，この出現程度の少ないことを物語つている．

一般にドクガと同様な経過様式，即ち，その種の自然分布する限りの地域に存在するような，温度，日長等の組合せ環境下では，恒常的に年1化中間令幼虫越冬となる鱗翅目昆虫を検討してみても，かゝる異化個体を生ずる割合は少い。然し少いながら，ある割合で出していると云うところに，同じ年1化性で卵や蛹態で休眠する一般の定時休眠昆虫と趣を異にするところがある．

2．出現地域：上に述べたように，従来秋羽化の例が確実に記録されたのは，長野(1916)の岐阜，行徳（1941）の福岡，本報の岡山で，これ等が少い例数ながら，西日本にかたよつているのに何か意味があるだろうかと云うことになるが，第2表にみるように，秋羽化となるものの発育速進が生るのが，第III型幼虫期以後であり，第II型幼虫期には始まらず，この第II型幼虫期は種々に環境を変えても常に5～6令くり返す．それで普通の自然環境では第III型幼虫期に達するまでに産卵より50～60日を要し，発育速進が始まつて以後，羽化までに40～50日を要するから，どうしても発蛾が早く6月中下旬か，それよりも早い時期に発蛾最盛があるような地帯でなくては発育速進が生つても，幼虫末期や蛹期に既に気温が下り，羽化までに到らないのではないかと考えられる．従つて6月下旬までの羽化期帯となると，大体，年平均気温14°C等温線以南にな

る.

松村（1899）の年2化と云うのが何処での観察か不明であり．斯様に2化の多い地帯は未だ知られず，これに対し朝比奈（1956）は，チヤドクガの誤認ではないかと述べているが，その疑が充分ある．ここで，朝鮮の水原地方は少し異るようで，丸田(1929)は同所農事試験場内の誘蛾燈成績より，6月下旬より7月中旬に飛来があり，7月上旬に最も多いが，また8月中下旬より9月中旬にも入ると述べ，斉藤（1931）も「年2化で，成虫の羽化期は6月と9月」と記している．丸田氏の場合は，同報告中のドクガの項目の直ぐ次のチヤドクガの項目で，「その飛来期がドクガと混同し判然せぬが，8月下旬より9月上中旬で，8月下旬が最も多い」と記してをり，事実この成績では，チヤドクガの第1化期が見逃されている点よりみて，この9月のドクガは，あるいはチヤドクガの第二化期雌を，ドクガと見誤つたのではないかと云う疑問が生じる．そして，この時代は，ドクガの生態に関する資料に乏しく，松村（1899）の年2化の記事が各書に引用され，一種の定説化されていた頃であるから，これ等に影響された目で観察されていないかと云う疑問も生るが，一方，近年のようにドクガの実態に関する知見が増え，これが普及した際に，更に斉藤（1957）は1年2化説と1年1化説があり，同氏の水原での観察では年2化で，成虫の羽化期は6月と9月であることを強調してをられるところをみると，水原地方には何か異つた状態があるのかもしれない．

特別の系統でも仮定しない限り，水原の気候では，ドクガの生理よりみて，その発蛾最盛は7月上旬の筈であり，7月の母蛾に由来しては9月に第2化目の蛾が出るのは難かしい．従つて，斯様な例から，異なつた生理的系統があるかもしれぬことを考慮しなければならない．

ドクガに関しては，これ等の他に，これまでの知見では割切れない不可解な資料がある．例えば東京農試（1909）の6月28日に結繭したものが30日以上の蛹期を経て8月2日に羽化し，これによつて8月3日に産まれた卵は，60日以上を経て10月5日にフ化し，2回の脱皮で越冬に入つている．この例のように，このような条件で，斯く異常に長い蛹期や卵期は全く不思議である．また片山（1957）の北海道空知郡奈井江で1956年6月28日に1♀を得た記録は，北海道のこの辺りの気候下では，羽化は早いもので7月下旬頃になる筈に考えられるが，斯様に早期に，然も雌蛾が得られたと云うことは不思議である．

3. 出現経過：秋羽化の出現経路に関し，6～7月に羽化すべきものの非常に遅いものが秋に羽化するのではないかとの想像も出されたが（朝比奈，1956），3ヵ月以上も遅くれるものを一つのモード内に考えるのは聊か無理で，また先に引用した東京農試（1909）の場合のように異常に長い蛹期の事例もあるので，一部の蛹が蛹期休眠をするのではないかと考えられるかもしれないが，低温はともかく，15°C以上の温度では各種温度においても全部，羽化してしまうから，かゝる経路での秋羽化様式は，まず無いと考えられる．平野（1955）は先の東京農試（1909）の資料と，自身の越冬後幼虫から次代の卵のフ化までの観察結果とを組合せ，高温時に産卵された卵は夏眠し，夏眠しなかつた卵からのものは年内に2回目の蛾となるかも知れないと云う想像をしたが，これは，たまたま使用した資料が，ひどく異常なために，このように想像されたので，各定温で卵を観察しても，全べて第2図のような卵期でフ化し，30°Cの高温でも休眠するものがなかつた．従つて夏眠しない卵が普通なのだから，この説によれば年内に2回目の蛾が多数出る結果になり．実際に合わなくなる．

既に第2表及び第I項で述べたように，秋羽化となるものは第Ⅲ型幼虫期になつた後の何れの令からでも発育相に転換し得る，また秋羽化と同じ様式をとる越冬後において始まる発育相への転換も，それが越冬前に何令を経ていなければならないと云うことはなく，ある範囲内の令数の増

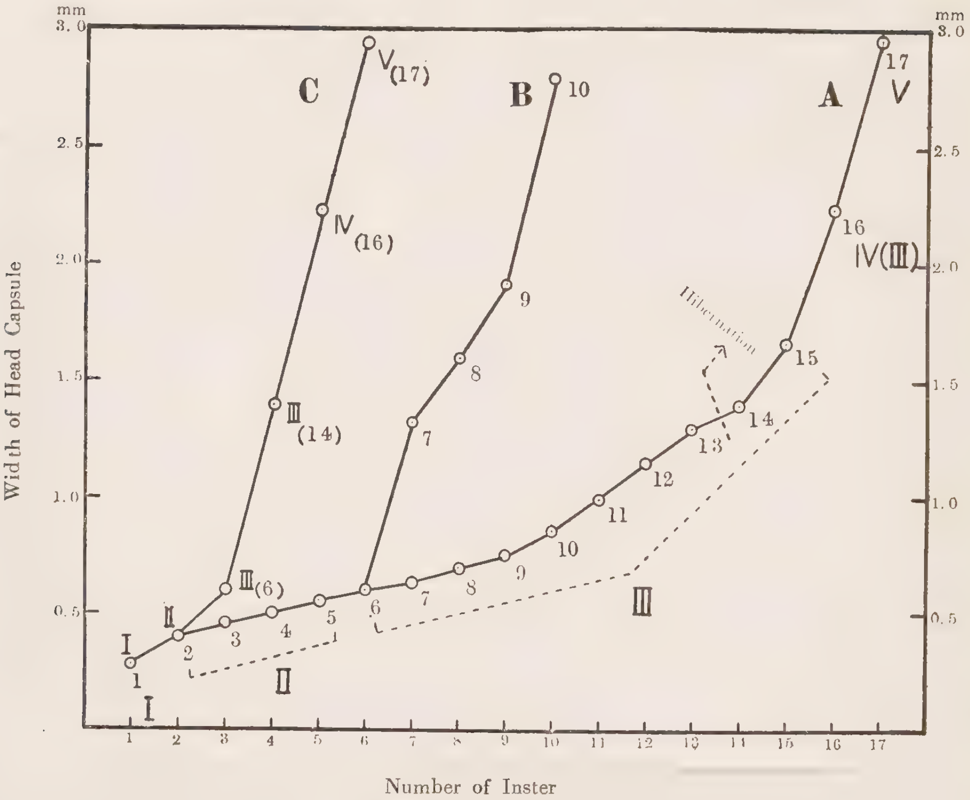


Fig. 1. Growth Curve of the Head Capsule of the Larva of *Euproctis flava* BREMER.

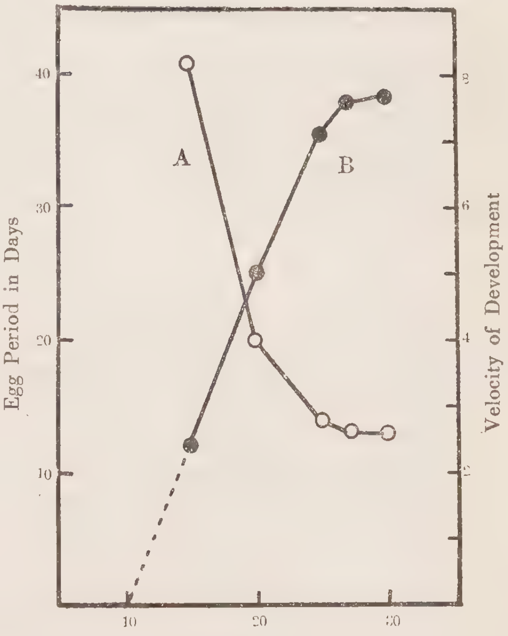
A. – An Ordinary Univoltine Type.
B. – A Partial Autumn Emergence Type.
C. – An Abstruct Growth Curve connecting the Five Main Larval Types which are classified by the Arrangement of Urticating Spicules Cluster on the Larval Abdominal Segment.

減があつても結果は同じであり，同一飼育条件でフ化期を遅らせ；越冬状態に入るまでの令数を少くし，小型の第Ⅲ型期幼虫で越冬に入れても，また逆にして，経過令数を増やし大型の第Ⅲ型期幼虫で越冬に入れても，越冬後の発育様式，成虫には全く差異がなく，越冬前の令数が少なかつたからとて，越冬後に特に令数を重ねると云うことはない．これを地理的にみれば，武田 (1929) の秋田市の場合は，8月上旬にフ化した幼虫は，越冬までに8令から9令，越冬後は3回脱皮で終令になり．奥村 (1921) の千葉産のを東京で飼育したのでは，7月下旬にフ化の幼虫は越冬迄に10令，越冬後は3回の脱皮で終令になつている．森下，勝股等 (1955)，勝股 (1956) の岐阜市，奥田 (1956) の多治見市，藤戸等 (1956) の大阪市での研究では，何れも越冬までに12令か13令を重ね，越冬後に3回脱皮で終令となり，第2表の岡山での場合と同様である．即ち，越冬後の発育相は各地とも全べて同じ様式であり，越冬前は幼虫の活動期間の短かい東北では必然的に令数が少く，逆の西南部では令数が多くなつてくる．これ等よりみて，第2表の普通経過の幼虫では，4ヵ月の越冬前摂食期，4ヵ月の越冬休止期，3ヵ月の越冬後摂食期と長期間を経て，始めて蛹化，羽化にいたるのであるが，これが第Ⅲ型幼虫期の何処かで発育相に転じる変化さえおこれば，短期間に蛹化，羽化が可能なのであるから，かゝる秋羽化の様相をみれば，普通

経過の場合の長々とした幼虫期と云うものが，成体を作る上からはかならずしも必要なものではないことになり，中令期の幼虫は，何の令からでも，いつでも発育相に転じ得る素地を持ちながら，これを強力に阻止するものによつて，徒らに第1図の頭巾の成長曲線に見るような，ほとんど成長をともなはない小刻みな脱皮をくり返していることになり，この間の成長は令数が多いだけで，他の同じ位の大きさの鱗翅目昆虫の1令区間の成長度ぐらいにしかならない．今，第1図Cのように，第Ⅰ型幼虫期の第1令と，第Ⅱ型幼虫期に入つた時の第2令，第Ⅲ型幼虫期に入つた時の第6令と，越冬後の飛躍的成長に移つてからの最初の令，第Ⅳ型幼虫期及び第Ⅴ型幼虫期の6点の頭巾値のみを結んでみると，非幼虫休眠性の一般鱗翅目昆虫の幼虫頭巾の成長曲線に相似た形のものとなる．これ等よりみて2令より越冬までの間は，一応の生活現象は演じているものの，休眠状態とみなされる．

秋羽化となる幼虫では，この休眠をさせて発育相に転ずるのを，おさえているブレーキがはずれて，一挙に飛躍的な生長に移るわけであるが，今の所，何がこれの転機として作用したのか不明である．普通の越冬をする個体では，越冬後に，この秋羽化虫と全く同じ形式の成長をするのであるから，当然，冬の低温接触が，これの転機となつているようにみえるが，低温接触が絶対必要な条件でもないようで，第2表のような経過で飼育して来たものを，低温に当らぬ中に，9月20日の10令か11令より，22°の定温（暗黒）に移して飼い続けると，16令から18令で最終令となり，12月中下旬に羽化する．

Fig. 2. Relation of Temperature to the Development of the Egg of *Euproctis flava* BREMER.



A. ... Time-temperature curve.
B. ... Velocity curve.

要するにドクガでは未だ，2令から休眠させている条件も，休眠がはずれる条件も不明であるが，他の年1化中間令幼虫で休眠し，越冬明けと共に休眠の破れたような状態になる鱗翅目昆虫群との比較生態において，これ等の点は別に詳述したい．

4. 秋羽化虫の行方：第Ⅰ項で述べたように秋羽化は10月であつて，また産卵し得る．野外でもかゝる個体による産卵が行われているだろうが，第2図のように15°C定温でフ化に約40日を要するから，10月上旬に産まれても，以後の急な下降気温下では年内にはフ化に到らず卵越冬になるであろう．卵が越冬し得るか何うかは実験されたことがないが，南方系種のチャドクガの非休眠卵でも卵越冬している位であるから，恐らく越冬し得ると思われるが，これが翌春にフ化して，それに由来する幼虫が何のような発育様式をするかは興味深いところであるが，かゝる低温催青された幼虫が，普通の夏期にフ化した幼虫と同じような発育様式で生長するのか，それとも別の様式なのかは予断出来ない．然し，こうして普通経過をする流れの他に，別の経過の流れが交つて来ることになるが，こうした履歴の異なる個体間の交配が，その昆虫のいはゆる vitality を

高めるような作用を持ち，異化群の発生の多少が，変動的な大発生の内的要因として働くようなことがないだろうか．梅谷（1929）は家蚕において実験的に同一母蛾の卵を化性を変えて育て，後に，これ等同志を交配して得られたものの vitality の高まることを述べ，更に植物では，多くのこのような事例が報ぜられている．こうした雑種強勢の様な現象が，同一母虫よりの卵に発し，生育期の履歴を異にして経過し，後にこれ等相互の間に交配するといつたことは，野外の状態でも生り，これが次代の vitality を高めると云つた面で作用しているかも知れないので，ドクガの場合でも，秋羽化虫の行方を検討してみる要がある．

Ⅲ．摘　　要

秋羽化ドクガの出現経路に関し，従来不明であつたが，飼育中に観察し得た3例に基づき，次ぎの如く考える．ドクガは2令より越冬まで，活動しつゝある休眠状態にあるものとみられ，越冬状態によつて，その休眠は破られて，発育相に転じ，飛躍的な成長をなして，羽化にいたる．秋羽化ドクガは8～9月の頃，この休眠期にある幼虫の第Ⅲ型幼虫期に突然，未知の原因で休眠が破れることによつて発育相に転じ，越冬後に行われるのと全く同じ成長様式で，10月に羽化に到るものである．秋羽化の出現は少く，成虫は普通のものよりやゝ小さい．秋羽化の成虫に由来する卵は，卵越冬となると推定される．

引　用　文　献

1) 朝比奈正二郎（1956）；環境衛生，**2**（10）；8～9.
2) 平野伊一（1955）；大阪植物防疫，**IV**（39～40）；134.
3) 藤戸貞男等（1956）；日本公衆衛生雑誌 **3**（4）；206～210.
4) 行徳直己（1941）；昆虫界，**9**；173.
5) 片山俊彦（1957）；新昆虫，**10**（5）；49.
6) 勝肢光衛（1945）；岐阜医科大学紀要，**3**（2）；116～126.
7) 丸田継助（1929）；朝鮮農試彙報，**4**（6）；334.
8) 松村松年（1899）；日本害虫篇，P.39～41.
9) 森下哲夫等（1955）；岐阜医科大学紀要，**2**（5.6）；349～354
10) 長野菊次郎（1916）昆虫世界，**20**（8）；311～320.
11) 奥田満男（1956）；新昆虫，**9**（6）；201.
12) 奥村多忠（1921）；日本之医界，**12**（36）；885～886.
13) 斉藤孝三（1931）；水原高農学術報告，**4**；51.
14) 斉藤孝三（1957）；森林昆虫学，P. 114.
15) 武田礼治（1928）；毒蛾に関する調査，秋田農試パンフレット 12 Pp.
16) 東京農試（1909）；東京府立農試特別報告，**1**.
17) 梅谷与七郎（1929）；朝鮮水原蚕絲部報告，**2**.

エンシレージの成分と品質に関する研究

(第4報) アンモニヤ態窒素含量と品質について

須藤　浩・内田仙二

Studies on the Chemical Composition and Quality of Silage.

IV. On the Ammoniacal Nitrogen Content and Quality.

Hiroshi SUTOH and Senji UCHIDA

In order to find the relationship between the quality of silage and its constituents, especially ammonia nitrogen content, samples of silage obtained from dairyfarms at Tsuyama city, Okayama prefecture in Japan, were analyzed.

In each sample, the moisture content, total nitrogen, and ammonia nitrogen as well as pH value were determined by the usual method.

The following are some of the results obtained:

It was found that the mean value of the dry matter of these samples was 21.61 ± 4.90 per cent.

The mean value of ammonia nitrogen content was 334.4 ± 170.5 mg per cent.

A significant negative correlation, $r=-0.615$, was found between the pH value and the lactic acid content ($p<0.001$).

Significant positive correlations were found between the pH value and the ammonia nitrogen content of the silages; and they are shown in the following table:

	n	r	$\lvert t \rvert$	p
pH values and ammonia-N content (Chinese milk-vetch silages)	46	+ 0.564	4.536	$p<0.001$
pH values and ammonia- N in per cent. of total N (Chinese milk-vetch silages)	46	+ 0.788	8.479	$p<0.001$

The regression equation was $y=11.27\,x-33.43$, where $x=$ pH value and $y=$ ammonia nitrogen in per cent. of total nitrogen.

It was found that the ammonia nitrogen in per cent. of the total nitrogen was an important, if not the sole, criterion for deciding the quality of silage.

The results of pH measurements with Toyoroshi pH-test paper were compared with those obtained with Iio's glass electrode pH-meter. The application of pH-test paper for the estimation of pH value of silage seems to give significantly lower values than that of the pH-meter (Difference 0.1 ; $p<0.001$).

The results of estimation of moisture in silages by means of an oven-drying method were compared with those obtained with the distillation method. The results obtained by the former method were always higher than those by the latter method.

緒　　言

著者らの一人須藤は，さきにエンシレージのpH価と有機酸含量との関係，一般成分と品質との関係[1)2)]などについて報告したところであるが，本報では，品質に関係深い一因子と考えられているアンモニヤ態窒素含量と品質との関係，エンシレージのpH価測定における電気的測定（ガラス電極）とpH試験紙による測定の比較，水分定量における蒸溜法と乾燥法の比較を行つた実験結果について述べる．

I．実験材料及び方法

材料は昭和32年（1957年）岡山県津山市の酪農家が生産したもので，1958年1月28日なるべく空気に触れない部分を注意深く採取し，ポリエチレンの袋に密封し（約1 kg），これを冷蔵庫内に格納し，可及的変化しないように注意し，分析用に供した．

pH価の測定は，100gのエンシレージ試料をとり，100*ml*の蒸溜水を加え[3)]，よく攪拌し，12時間以上放置し，これを乾燥濾紙で濾過し，pHメーター（ガラス電極）をもつて測定した．なお同時にpH試験紙（東洋濾紙会社製）をもつて，測定し，その差を考察するための資に供した．

水分はトルオール蒸溜法により[4)]，全窒素の定量はキールダール法，アンモニヤ態窒素は酸化マグネシウム法[5)]によつた．なお一部の試料については，有機酸の定量[6)]ならびに，乾燥法による水分の定量法を行つた．

品質はアメリカ酪農科学協会委員会の標準[7)]のpH価及びアンモニヤ態窒素の比率を対照して評価した．また一方 Archibald 氏等[8)]の良質エンシレージの条件のうち，アンモニヤ態窒素含量のみを対象に考察した．

II．実験結果及び考察

分析の結果を示せば Table 1～6 のとおりである．

Table 1. Silages of Chinese Milk-Vetch.

No.	Dry Matter	pH: pH-Meter	pH: pH Test Paper	Total Nitrogen	Crude Protein	NH_3-N	NH_3-N (On the Dry Basis)	$\frac{NH_3\text{-N}}{T.N.}100$	Date of Ensiling	Silo	Subsidence of Silage Mass in Silo	Observation: Odour	Observation: Feel	Observation: Colour
	%			mg%	%	mg%	mg%	%		Shaku	%			
434	21.0	3.74	3.6	530.8	3.32	33.6	160.0	6.3	May 18 21	5×8.7	33	*a*		
401	21.6	3.79		652.1	4.08	61.7	285.6	9.5	〃	5.3×7.5	30	*a*	*d*	
487	25.6	3.80	3.7	740.0	4.63	74.5	293.3	10.0	〃 23	6×10	46	*a*	*d*	
417	14.8	3.82	3.8	557.8	3.49	59.6	402.8	10.7	Apr. 29	5×8	31		*w*	
416	15.0	3.85	3.8	493.1	3.08	59.3	395.3	12.0	May 10 15	6×12	33	*m* *a*	*d*	
486	24.0	3.85	3.8	415.0	2.59	49.5	206.3	11.9				*a*	*d*	
454	23.6	3.85	3.8	643.3	4.02	120.5	510.5	18.7	June 6	6×8	31		*d*	
406	20.0	3.88	3.8	792.0	4.95	108.1	540.5	13.6	〃 10	7×6.5	28		*w*	
489	16.0	3.88	3.8	405.3	2.53	45.7	285.6	11.3	〃 2	5×10	43	*a*	*c*	
414	27.0	3.89	3.8	741.5	4.63	89.6	331.9	12.1	May 16	5×6	33	*s*	*d*	
405	20.6	3.89	3.8	551.8	3.45	90.0	403.7	16.3	〃 25	5×9	31	*s*	*w*	

421	21.0	3.89	3.6	551.5	3.45	51.1	243.3	9.3	〃	15, 19 25, 30	5× 6	25	*a*		
418	17.0	3.90	3.8	545.9	3.41	57.1	335.9	10.5	Apr.		5× 8	28			
410	22.0	3.95	3.9	431.3	2.70	50.7	230.5	11.8	May	15	5×9.5	21		*w*	
456	17.0	3.95	3.6	475.3	2.97	39.6	232.9	8.3	〃	20	5× 9	22	*s*	*d*	
467	27.6	3.98	3.9	502.0	3.14	79.2	287.0	15.8	〃	20	5×7.5	28			
504	28.0	3.98	4.0	787.6	4.92	83.7	298.9	10.6	〃	7	5× 8	38	*s*	*d*	
407	21.8	3.99	3.9	634.4	3.97	86.7	397.7	13.7	〃		5× 8	39	*a*		
483	24.0	3.99	3.9	907.3	5.67	101.5	422.9	11.2	〃	10	5× 8	31		*d*	
464	23.0	3.99	4.0	599.4	3.75	79.9	347.4	13.3	〃	25	5×10	30	*a*	*d*	
409	20.4	4.01	3.9	628.4	3.93	96.7	474.0	15.4	〃	10 15 20	5× 8	28	*a*	*w*	
436	23.5	4.02	3.9	710.5	4.44	70.1	298.2	9.9	〃	8 15 24	5×10	10	*s*		
404	20.0	4.02	—	652.9	4.08	98.2	491.0	15.0	〃	15	5× 9	18	*m*	*w*	
437	20.0	4.05	4.0	573.1	3.58	45.4	227.0	7.9	〃	5	5× 8	39	*a*	*w*	
438	18.0	4.08	4.0	693.1	4.33	69.2	384.4	10.0	〃	26	5× 9	41	*s*	*w*	
449	20.0	4.09	—	566.8	3.54	66.7	333.5	11.8	〃	10	5× 8	27	*s*		*db*
435	24.0	4.10	3.8	677.1	4.23	54.3	226.3	8.0	〃	22 24	5×8.5	30	*s*	*d*	
503	26.6	4.10	4.0	740.3	4.63	83.7	314.7	11.3					*s*	*d*	
403	20.0	4.10	—	521.0	3.26	82.3	411.5	15.8	May	5	5.3× 9	14	*a*	*w*	
451	23.8	4.12	3.6	793.7	4.96	93.2	391.6	11.7	〃	20	6× 6	25		*d*	
448	29.0	4.20	—	903.3	5.65	90.6	312.4	10.0	〃	15	5× 6	33	*s*	*d*	
429	23.0	4.25	4.4	664.9	4.16	95.0	413.0	14.3	〃	25	6× 7	44	*a*	*d*	
474	16.0	4.37	4.2	460.4	2.88	131.9	824.4	28.7	〃	20	5× 8	27		*w*	
452	32.0	4.40	4.4	955.7	5.97	152.5	476.5	16.0	〃	10 15 21	5×7.7	38		*d*	
462	18.0	4.40	4.3	458.9	2.87	83.7	465.0	18.2	〃	10 20 25	5× 9	41		*w*	*db*
420	26.0	4.45	4.0	911.7	5.70	108.3	416.5	11.9	〃	20	5× 9	46	*a*	*d*	
430	30.8	4.50	4.2	572.4	3.58	123.2	400.0	21.5	June	1 8	6× 6	18	*a*	*d*	
419	24.8	4.50	4.4	689.4	4.31	119.1	480.3	17.3	May	10	6× 8	40	*s*		*db*
478	30.4	4.70	4.5	644.0	4.03	127.8	420.4	19.8	〃	25	5× 8	37	*a*	*d*	
402	22.0	4.71	4.7	415.0	2.59	99.2	450.9	23.9	〃	10 18	6×10	22	*am*	*w*	*db*
460	25.0	4.82	4.4	868.6	5.43	139.5	558.0	16.1	〃	16	5× 7	46	*s*	*w*	*db*
425	15.6	4.82	4.8	479.4	3.00	125.6	815.2	26.2	〃	12	5× 8	56			
423	19.0	4.90	4.6	463.5	2.90	95.9	504.7	20.7	〃	15	5× 8	56	*s*		
510	25.0	4.91	4.9	561.5	3.51	101.5	404.2	18.1	〃	25	5× 8	44	*s*		*db*
415	16.0	4.94	4.8	326.5	2.04	94.0	587.5	28.8	〃	10	7× 9	50	*s*	*w*	
411	24.0	5.30	5.1	472.2	2.95	92.8	386.7	19.7	〃	10〜	5× 7	56	*am* *of*		

Notes. *m* : mild, pleasing, *a* : acid, mild, *am* : ammoniac, *of* : offensive, *ccm* : compost, *d*: dry, *db* : dark brown, *s* : sour, *w*: wettish, *sl* : slimy

Table 2. Silages of Mixtures of Chinese Milk-Vetch and Green Oat.

No.	Dry Matter	pH: pH-Meter	pH: pH Test Paper	Total Nitrogen	Crude Protein	NH_3-N	NH_3-N (On the Dry Basis)	$\frac{NH_3\text{-}N}{T.N.}100$	Date of Ensiling		Silo	Subsidence of Silage Mass in Silo	Observation: Odour	Feel	Colour
	%			mg%	%	mg%	mg%	%			Shaku	%			
480	18.0	3.65	3.5	482.7	3.02	40.8	226.7	8.4	May	25	5× 8	50	*s*	*w*	
444	22.0	3.69	3.6	546.6	3.42	58.3	265.0	10.7	〃	20	5× 8	37	*s*	*d*	*db*
482	23.6	3.75	3.8	507.2	3.17	58.8	249.2	11.5	〃 June	18 6	5× 8	25	*s*	*d*	
497	21.0	3.80	3.7	449.9	2.81	41.8	199.0	9.3	May	19 21	5×10	8	*a*	*d*	
479	20.0	3.80	3.7	494.6	3.09	45.8	225.0	9.3	〃	18 22 25	5× 9	28	*s*	*w*	
506	22.0	3.82	3.8	475.2	2.97	43.2	196.4	9.1	〃	17	5×10		*s*		
471	20.0	3.90	3.8	395.5	2.47	48.0	240.0	12.1	〃	〃	5× 8	37	*a*	*d*	
431	22.0	3.95	4.0	593.2	3.71	75.2	341.8	12.6	〃	20	5× 8	31	*a*	*d*	
494	22.4	3.95	3.9	464.8	2.91	39.2	175.0	8.4	〃	〃	5×10	32		*w*	*db*
432	17.5	3.97	4.0	548.1	3.43	61.0	348.6	11.1	〃	〃	5× 9	53	*s*	*w*	
439	22.0	3.99	4.0	486.5	3.01	33.7	153.2	7.0	〃	16 21 24	5×10	12	*a*	*d*	
441	24.0	3.99	3.8	696.6	4.35	94.4	393.3	13.5	〃		5× 8	37	*s*		*db*
459	19.0	4.02	3.8	782.6	4.89	61.4	323.1	7.8	〃	5 9 13	5×10	30	*s*	*w*	
485	20.0	4.05	4.0	278.1	1.74	51.8	259.0	18.6	〃	20 22	5×10	15	*a*		
453	19.8	4.09	4.2	510.6	3.19	46.6	235.3	9.1	〃	14 20 23	5×10	30		*w*	
495	18.2	4.15	4.1	220.1	1.38	32.7	179.7	14.9	〃	15	5× 8	31		*w*	
496	38.0	4.25	4.1	1174.3	7.34	58.5	127.6	5.0	〃	12	5× 9	16	*a*	*d*	
450	26.0	4.26	3.8	799.3	5.00	74.6	286.9	9.3	〃	10	5× 8	44	*s*	*w*	
426	21.0	4.26	4.2	557.1	3.48	62.7	298.6	11.3	〃	18	5× 8	39			
481	18.4	4.30	4.2	484.2	3.03	80.2	435.9	11.6	〃	17 24	5×10	31		*w*	
493	17.6	4.30	4.0	424.7	2.65	38.2	217.0	9.0	〃	15	5× 9	22			
463	13.0	4.32	4.3	586.0	3.66	110.2	847.7	18.8	〃	20 30	5× 7	36	*s*	*w*	*db*
433	15.2	4.77	4.6	316.4	1.98	57.7	379.6	18.2	〃	18	5× 8	25	*com*		
484	14.0	4.82	4.8	484.9	3.03	94.0	671.4	19.4	〃	20	5× 8	56		*w*	*db*
507	17.2	4.88	4.7	409.8	2.56	62.5	363.4	15.2	〃	19 21	5×10	13	*s* *am*	*w*	
446	20.0	4.99	—	292.1	1.83	41.7	208.5	14.3	〃	16	6× 6	37	*am*		
413	17.0	5.00	5.0	551.8	3.45	119.2	701.2	21.6	〃	15	5×5.5	18	*a*		
447	16.0	5.07	—	263.0	1.64	103.2	645.0	39.2	May July	10 〃	5×10	25	*s*		*db*
443	21.6	5.52		544.6	3.40	146.0	675.9	26.8	May	10	5×10	30	*s*	*w*	*db*

Table 3. Silages of Green Oat.

No.	Dry Matter	pH-Meter	pH Test Paper	Total Nitrogen	Crude Protein	NH_3-N	NH_3-N (On the Dry Basis)	$\frac{NH_3\text{-}N}{T.N.}$ 100	Date of Ensiling	Silo	Subsidence of Silage Mass in Silo	Observation Odour	Feel	Colour
	%			mg%	%	mg%	mg%	%		Shaku	%			
476	19.0	3.75	3.6	290.0	1.81	18.8	98.9	6.5	May 20	5×8	50	a	d	
501	22.5	3.82	3.8	535.6	3.35	34.1	151.6	6.4	〃 15	5×10	43	a		
491	23.1	3.95	3.8	333.9	2.09	55.3	239.4	16.6				a	w	
473	22.0	3.97	3.8	335.4	2.10	41.6	189.1	12.4	〃 20 30	5×3	36	a	w	db
466	26.0	3.97	3.8	307.9	1.92	20.5	78.9	6.6	〃 23	5×7.5			d	
469	19.6	4.08	4.0	397.1	2.48	57.5	293.4	14.5		5×9	25	a		
472	20.0	4.10	4.0	274.4	1.72	24.8	124.0	9.0	〃 24	5×8	19	a		db
458	16.0	4.22	4.0	382.3	2.39	25.8	161.2	6.8	〃 10	5×9	22	com	w	
428	17.0	4.28	4.2	283.8	1.77	38.6	227.1	13.6	〃 19	5×9.5	22	a	d	
412	19.0	4.69	4.6	301.9	1.8	58.8	309.5	19.5	〃 25	5×6.5	63	s		
455	15.0	4.75	4.7	298.2	1.86	87.7	584.6	29.4	〃 13	4×8	25	s com	w	
408	16.4	4.89	4.8	382.2	2.39	109.5	682.6	28.7	〃 28 29	6×8	55	com	sl w	db

Table 4. Various Silages.

No.	Material	Dry Matter	pH-Meter	pH Test Paper	Total Nitrogen	Crude Protein	NH_3-N	NH_3-N (On the Dry Basis)	$\frac{NH_3\text{-}N}{T.N.}$ 100	Date of Ensiling	Silo	Subsidence of Silage Mass in Silo	Observation Odour	Feel	Colour
		%			mg%	%	mg%	mg%	%		Shaku	%			
490	Chinese Milk-Vetch, and Green Maize	20.5	3.92	3.8	535.5	3.35	70.8	345.4	13.2	May 20	5×10	10		d	
511	Sweet Potato Vine	16.0	3.95	3.9	296.0	1.85	19.0	118.7	6.4	Oct. 15	5×9	28			
500	Green Oat, Chinese Milk Vetch, and Green Maize	26.5	3.96	3.8	556.4	3.48	74.4	280.7	13.4	May 18 22 Aug. 20	5×10	5	a	d	
488	Chinese Milk Vetch, Green Oat, and Italian Rye grass	21.0	4.20	4.0	267.8	1.67	25.9	123.3	9.7	May 25	5×10	22			
505	Chinese Milk-Vetch, and Green Maize	23.9	4.30	4.2	710.2	4.44	69.6	291.2	9.8	May 24	5×7.8	36			
498	Green Maize and Green Oat	18.0	4.50	4.3	272.9	1.71	147.7	280.7	17.5	May 10 Aug. 15	5×8	21		d	
470	Green Oat, Chinese Milk-Vetch and Wild Plants	20.0	4.87	4.8	549.5	3.43	117.8	589.0	21.4	June 10	5×8	44			
509	Chinese Milk-Vetch and Green Wheat	14.0	4.90	4.8	373.3	2.33	97.5	696.4	26.1	May 15	5×8	25	s am	w	
457	Chinese Milk-Vetch, Green Oat and Others	18.0	5.40	5.2	322.6	2.02	92.6	514.4	28.7	May 18 21 26	5×9	31	s	w	

Table 5. Silages of Wild Plants and Grasses.

No.	Material	Dry Mattr	pH: pH-Meter	pH: pH Test Paper	Total Nitrogen	Crude Protein	NH_3-N	NH_3-N (On the Dry Basis)	$\frac{NH_3\text{-}N}{T.N.}100$	Date of Ensiling	Silo	Subsidence of Silage Mass in Silo	Observation: Odour	Feel	Colour
		%			mg%	%	mg%	mg%	%		*Shaku*	%			
502	Wild Plants	38.4	4.45	4.4	413.5	2.58	59.0	153.7	14.3				*s*	*d*	*db*
508	〃	28.0	4.60	4.4	370.4	2.32	99.5	355.4	26.9	Aug. 4	5×8	25	*s*	*d*	*db*
499	〃	23.6	4.60	4.6	428.4	2.68	116.1	487.7	27.1	Sep. 6	5×8	52		*d*	*db*
442	〃	25.0	4.62	4.8	467.6	2.92	85.3	341.2	18.2	Aug. 10	5×7	23	*s*	*d*	*db*
427	〃	32.0	4.88	4.8	503.7	3.15	42.3	132.2	8.4	Aug. 10	5×7	29	*s*	*d*	*db*
440	〃	31.0	5.30	—	683.4	4.27	91.0	293.5	13.3	July 20, 25, 30	5 5×7.5	20	*s*	*d*	
445	Wild Plants and Grass	24.0	4.08	4.0	487.7	3.05	44.1	183.8	9.0	Aug. 10	5×10	31	*s*	*d*	*db*
477	〃	14.0	4.62	4.5	477.5	2.98	100.8	720.0	21.1	May 15, 20, 25	5×8	25		*w*	

Table 6. Silages of Green Maize.

No.	Dry Matter	pH: pH-Meter	pH: pH Test Paper	Total Nitrogen	Crude Protein	NH_3-N	NH_3-N (On the Dry Basis)	$\frac{NH_3\text{-}N}{T.N.}100$	Date of Ensiling	Silo	Subsidence of Silage Mass in Silo	Odservation: Odour	Feel	Colour
	%			mg%	%	mg%	mg%	%		*Shaku*	%			
465	23.0	3.70	3.7	235.6	1.47	9.5	41.4	4.0	Aug. 8~12	5×9.5	21	*a*	*d*	
422	18.0	4.48	—	139.5	0.87	25.5	141.7	18.3	〃 10	5×7	56	*s*	*w*	
461	19.6	4.62	4.4	279.6	1.75	68.3	348.5	24.4	July 2	5×7	50	*am*	*w*	
424	19.0	4.63	4.4	222.1	1.39	43.4	228.4	19.6	〃 20	5×8	60	*a*	*w*	
468	17.6	4.91	4.9	180.0	1.13	39.9	226.7	22.1	June 29	5×8	25			
475	17.0	5.04	5.0	154.7	0.97	76.5	450.0	49.4		5×8	29	*s*	*w*	

以上の結果から，総合的に平均値を求めてみると，Table 7のとおりである．

Table 7. Means and Standard Deviations.

Constituents	*n*	Notes	Range	Mean	S.D.
Dry Matter Content	110		13.0~38.4 %	21.61 %	4.90
Total Nitrogen Content	110	Fresh	0.1395~1.1743 %	0.514 %	0.192
		On the dry Matter Basis	0.775~4.508 %	2.396 %	0.758
Ammonia Nitrogen Content	110	Fresh	9.5~152.5 mg%	72.3 mg%	31.7
		On the dry Matter Basis	41.4~847.7 〃	333.4 〃	170.5

次に各種別エンシレージの，アンモニヤ態窒素含量の平均値及び標準偏差を示せば，Table 8のとおりである．

Table 8. Ammonia Nitrogen Content of Silages (mg%).

Silages	n	Notes	Maximum	Minimum	Mean	S. D.
Chinese Milk-Vetch	46	Fresh Dry	152.5 824.4	33.6 160.0	87.0 395.0	27.1 133.6
Chinese Milk-Vetch and Green Oat	29	Fresh Dry	146.0 847.7	32.7 127.6	64.3 341.4	28.7 195.5
Green Oat	12	Fresh Dry	109.5 682.6	18.8 78.9	43.8 237.6	28.9 189.3
Various Silages	9	Fresh	117.8	19.0	67.4	10.0
Wild Plants and Others	8	Fresh	116.1	42.3	80.0	27.4
Green Maize	6	Fresh Dry	76.5 450.0	9.5 41.4	43.9 239.5	24.9 141.8

Table 8 からレンゲソウエンシレージと，そのエンバクとの混合エンシレージ，ならびにエンバクエンシレージの比較を行えば，Table 9 のとおりである．

Table 9. A Comparison of Ammonia Nitrogen Content (On the dry matter basis).

Silages	n	Mean	S. D.	Difference	$\|t\|$	p
Chinese Milk-Vetch	46	mg% 395.0	mg% 133.6	mg% 53.6	1.388	$p>0.05$
Chinese Milk-Vetch and Green Oat	29	341.4	195.5			
Chinese Milk-Vetch	46	395.0	133.6	157.4	3.247	$p<0.01$
Green Oat	12	237.6	189.3			
Chinese Milk-Vetch and Green Oat	29	341.4	195.5	103.8	1.522	$p>0.05$
Green Oat	12	237.6	189.3			

この結果は一般的には，レンゲエンシレージは，青刈エンバクエンシレージに比較してアンモニヤ態窒素含量の多いことを示すものであるが，レンゲにエンバクを混合した場合には，その差が，はつきりしない．

これらの試料についての，pH価の平均と分布はTable 10 のとおりである．

Table 10. Means of pH Values.

Silages	n	Maximun	Minimun	Mean	S. D.
Chinese Milk-Vetch	46	5.30	3.74	4.15	0.38
Chinese Milk-Vetch and Green Oat	29	5.52	3.65	4.43	0.49
Green Oat	12	4.89	3.75	4.21	0.37
Various	9	5.40	3.92	4.43	0.51

Wild Plants and Others	8	5.30	4.08	4.66	0.35
Green Maize	6	5.04	3.70	4.60	0.16
Total	110	5.52	3.65	4.28	0.43

今前3種についてその価の比較を行えば Table 11 のとおりである.

Table 11. A Comparison of pH Values of Silages.

Silages	n	Mean	S.D.	Difference	$\|t\|$	p
Chinese Milk-Vetch	46	4.15	0.43	−0.28	2.565	$p<0.02$
Chinese Milk-Vetch and Green Oat	29	4.43	0.49			
Chinese Milk-Vetch	46	4.15	0.43	−0.06	0.435	$p>0.05$
Green Oat	12	4.21	0.37			
Chinese Milk-Vetch and Green Oat	29	4.43	0.49	0.22	1.364	$p>0.05$
Green Oat	12	4.21	0.37			

この結果はレンゲに青刈エンバクを混合することは，積極的に常に品質をよくするものであることを意味しないことを示している.

さきに全国より，各種エンシレージ試料を集めて分析し，pH価と乳酸含量（遊離），pH価と酪酸含量（遊離+結合）との関係を求めた結果は，それぞれ有意な負の相関ならびに，正の相関の存在することを報告したが，本実験試料中，無作為的に抽出した試料54点について分析した結果は Table 12 のとおりであつた.

Table 12. Correlations between the pH Value and Contents of Organic Acids of Silages.

	n	Range: pH Value	Range: Acid	r	$\|t\|$	p
pH Value and Total Lactic Acid Content (On the dry basis)	54	3.65～5.40	0.78～20.13	−0.615	5.623	$p<0.001$
pH Value and Total Butyric Acid Content (On the dry basis)	54	〃	0～12.71	+0.688	6.836	$p<0.001$

この結果は前に述べたところと一致する.

次にpH価とアンモニヤ態窒素含量間の関係を求めた結果は Table 13 のとおりである.

Table 13. Correlations between the pH Values and the Ammonia Nitrogen Contents of Silages.

Silages	n	Notes	Range pH	Range NH_3-N	r	$\|t\|$	p
				mg%			
Chinese Milk-Vetch	46	Fresh	3.74～5.30	33.6～152.5	+0.638	5.313	$p<0.001$
		On the Dry Matter Basis		160 ～824.4	+0.564	4.536	$p<0.001$
Chinese Milk-Vetch and Green Oat	29	Fresh	3.65～5.52	32.7～146.0	+0.666	4.518	$p<0.001$
		On the Dry Matter Basis		127.6～847.7	+0.661	4.580	$p<0.001$
Green Oat	12	Fresh	3.75～4.89	18.8～109.5	+0.821	4.547	$p<0.001$
		On the Dry Matter Basis		78.9～682.6	+0.843	4.953	$p<0.001$
Total	110	Fresh	3.65～5.52	18.8～152.5	+0.510	6.162	$p<0.001$
		On the Dry Matter Basis		78.9～847.7	+0.478	5.659	$p<0.001$

Table 14. Correlations between the pH Values and the Rates of Ammonia Nitrogen Content to the Total Nitrogen Content.

Silages	n	pH	$\frac{NH_3\text{-N}}{T.N.}\cdot 100$	r	$\|t\|$	p	Regression Equations
Chinese Milk-Vetch	46	3.74～5.30	6.3～28.8	+ 0.778	8.479	$p<0.001$	$y=11.27x-33.43$
Chinese Milk-Vetch and Green Oat	29	3.65～5.52	5.0～39.2	+ 0.642	4.350	$p<0.001$	$y=9.19x-25.69$
Total	110	3.65～5.52	4.0～49.4	+ 0.699	10.194	$p<0.001$	$y=11.33x-33.67$

これらの結果は，pH 価とアンモニヤ態窒素含量との間，並びに，pH 価と全窒素中のアンモニヤ態窒素率間には，何れも有意な正の相関のあることを示すものである．すなわち，乾物含量が甚だしく大きくない範囲においては，pH 価が小さい程，換言すれば，活性酸変が強いほど，蛋白質の分解が少ないことを意味するものである。なお回帰方程式を求めた結果は NORDFELDT氏[10] がグラス及びクローバーエンシレージ（無添加）で得たそれに近いことを示した．

このことは，製造技術の上にも，エンシ

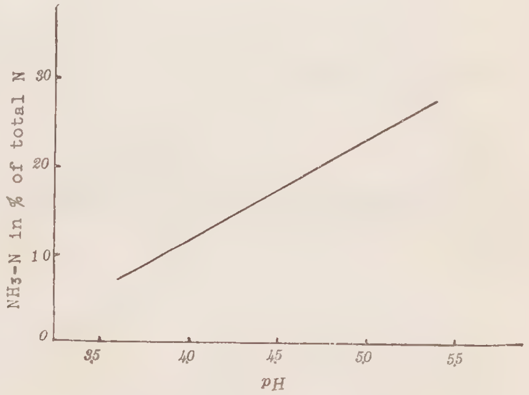


Figure 1. Ammonia nitrogen in per cent of total nitrogen in silage prepared from chinese milk-vetch (No preservative).

レージ品質鑑定の上にも重要なことで，特に品質鑑定の上に大切な一因子となることを示すものである.

FLIEG氏[11]はエンシレージの品質鑑定法は，今日までのところ，酸の比率（当量比）に基づいて行うよりまさる方法はないが，MgO-N 値は乾物の損失や，酸の比率にも平行することを認めている（9％以下優，18％以上劣，10〜15％の値のものは，すべての品質の段階のものに分布しているという）.

またアメリカ酪農科学協会委員会[7]は，品質鑑定の標準として，次の表aのように，全窒素中のアンモニヤ態窒素％をとり入れている.

表a．アメリカ酪農科学協会委員会のエンシレージ品質に対する標準

pH	全窒素に対するアンモニヤ態窒素	条件（官能的観察を含む）	標準（等級）
3.5〜4.2	10％以下	さつぱりとして，酸臭，酸味があり，酪酸，カビがなく，ネバネバせず，蛋白質の分解がない.	優　（極上）
4.2〜4.5	10〜15％	酸臭，酸味があり，酪酸は痕跡程度.	良　（上）
4.5〜4.8	15〜20％	酪酸が多少ある，蛋白質の分解がわずかで，カビが多少ある.	可　（中）
4.5〜4.8	20％〜（約）	酪酸が多く，蛋白質の分解も多いネバネバしているか，ないしはカビがある.	劣　（下）

次に ARCHIBALD氏等[8]が，良質エンシレージの具備していた特性を示しているが，表bのようなものである.

表b．良質テンシレージの具備する条件

項　目	条　件	備　考
pH	4.5ないしそれ以下	4.0附近良，pH5以上不快臭あり，
揮発性塩基	0.5％〜以下（アンモニヤ）	乾物対
乳　酸	3〜5％以上	〃
酪　酸	2％以下	〃

これも亦アンモニヤ態窒素を規制するものである.

LIND氏[12]によると良質エンシレージは，全窒素に対し，アンモニヤ態窒素が，6％以下であると述べている.

今アメリカ酪農科学協会委員会の標準中，pH 価とアンモニヤ態窒素比率をとり上げ，この規格を以て，本実験試料にあてはめ，評価した結果は，Table15 のとおりである.

Table 15. The Evaluation by means of the Standards of A. D. S. A. Committes (Ammonia Nitrogen).

Very good (NH$_3$-N less than 10% of T.N.)		Good (NH$_3$-N 10 to 15% of T.N.)		Fair (NH$_3$-N 15 to 20% of T.N.)		Poor (NH$_3$-N about 20% of T.N.)		
Acid pH 3.5〜4.2	Not Agreeable	Acid pH 4.2〜4.5	Not Agreeable	Acid pH 4.5〜4.8	Not Agreeable	Acid pH 4.5〜4.8	Not Agreeable	Others
26	6	6	28	5	19	4	4	12
29%		31%		22%		18%		

アンモニヤ態窒素比率を主として枠にあてはめたとき，pH 価の枠をも満足し完全にあてはまつたものは41％で，他は大小の差はあつたが，一致しなかつた．その他の因子を加味することによつて，その評価はなされるが，エンシレージの品質は，製造上の多くの因子によつて支配されるので，簡単にして，完全な鑑定法を見出すことの困難性を物語るものである.

なお0.5％以上のアンモニヤ態窒素を含有するものは試料の15％で，これはこれのみで，良質エンシレージの框から外れているものである。

Ⅲ．pH メーターによる pH の測定と pH 試験紙による pH 測定の比較

著者らの1人は，さきに迅速水素イオン計（アンチモン電極）によるエンシレージの pH の測定と，pH 試験紙（東洋濾紙株式会社製）による測定の比較を行い，かなりよく一致することを述べたが[13]，精確な測定は，電気的に[1] またガラス電極によるのがよいとされている[3]．

しかし pH の測定は，品質を鑑定するための有力な指標となるものであり，かつ一般の農家が pH メーターを使用することは，経済的な面からも甚だ困難であるので，実用上には試験紙をもつて，測定することは意義あることである．

それでこれを応用する際，どれ程の差があるかを知るため測定した結果は，Table 1～6に示したとおりであるが，総合的に比較すれば，Table 16のとおりである．

Table 16.　A Comparison of the Results of Determination of pH Values.

Methods of Determination	n	Range	Mean	S. D.	Difference	$\|t\|$	p
pH-Meter (With the Glass Electrode)	100	3.65～5.52	4.24	0.41	0.10	5.271	$p<0.001$
pH Test Paper	〃		4.14	0.42			

この結果から一般的にいえば，pH 試験紙で，測定した場合は，電気的に測定した場合よりも，pH 価が0.1程度小さく表われ，従つて品質が一般に実際よりも，よりよいものと判断される結果になる．なお両者の測定結果中，約30％が殆ど一致したものと考えられた．

Ⅳ．蒸溜法と乾燥法による水分定量の比較

エンシレージには色々な揮発性成分の含まれていることは以前から知られている．従つて，水分を定量する場合，乾燥法による場合は，揮発性成分が失われ，蒸溜法の直接法による場合よりも，その値が大きくなると考えられる[15]．

それで乾燥法は，一般に製造中の乾物の損失を，過大に算定することになり，分析によるエンシレージの飼料的価値を少ないものにする結果となる．

著者らは，これらの事実をたしかめ，かつ如何程の差を生ずるかを知るために，トルオール蒸溜法による定量に併せて，2，3の試料について，乾燥法を行い，比較した．

すなわち大型秤量管に細切生試料を直接秤量し（約30g），100°Cの電気定温乾燥器内にて，恒量に達するまで乾燥し，減量をもつて水分量となした．その結果の2，3を示せば Table 17のとおりである．

なお酸定量の結果，アンモニヤ態窒素含量，FLIEG氏[17]による評価点数をも併せて示した．

Table 17. A Comparison of the Results between the Distillation Method and the Oven Drying Method for the Determination of Moisture Content of Silage.

No.	Silages	pH	Lactic Acid	Acetic Acid + Butyric Acid	NH_3-N	Moisture: Oven Drying Method	Moisture: Distillation Method	Moisture: Difference	Mark
			%	%	mg%	%	%	%	
417	Chinese Milk-Vetch	3.80	2.77	0.67	59.6	86.0	85.2	0.8	34
405	〃	3.89	2.38	1.03	90.0	81.5	80.0	1.5	27
462	〃	4.40	1.04	1.63	83.7	84.0	82.0	2.0	12
460	〃	4.82	4.56	1.47	139.5	76.4	75.0	1.4	29
471	Chinese Milk-Vetch and Green Oat	3.90	1.46	1.05	48.0	81.1	80.0	1.5	24
459	〃	4.02	2.89	0.45	61.4	81.7	81.0	0.7	40
496	〃	4.25	5.89	1.40	58.5	63.2	62.0	1.2	38
413	〃	5.00	0.69	1.90	119.2	85.1	83.0	2.1	10
498	Green Maize and Green Oat	4.50	0.31	2.88	47.7	83.7	82.0	1.7	4
442	Wild Plants	4.62	0.30	1.67	85.3	76.1	75.0	1.1	4
511	Sweet Potato Vines	3.95	0.94	0.29	19.0	84.4	84.0	0.3	35

両方法による定量結果の差と，成分との間に，一定の関係を見出すに至らなかつたが，乾燥法によるときは，その価が大になることは明らかである．更に試料を追加して研究するを要する。

トレーに約200gをとり，80°Cに18時間乾燥する方法及びその他[16]については更めて，研究を要する．

埋蔵後，サイロを開くまでの沈下率の平均をみるに，32.0±12.3%で，レンゲエンシレージでは，33.5±10.8%であつた。すなわち，埋蔵後の容積は，約⅔になることがわかり，また一方，埋蔵方法，材料の如何によつては，40%程度に減ずることもあるが，本実験結果の例から観測されるように，そのような埋蔵条件下では，一般に品質の劣ることが知られるのである。

V．エンシレージ浸出液の色と品質

さきに著者らの一人[9]は浸出液の色相とpH価との間には有意な相関のあることを報じたが，こゝでは，その分析の例を示す．

Table 18. The Relation between Colour of Extract and Quality of Silage (1).

Silage	Colour	Dry Matter	pH	Lactic Acid	Acetic Acid	Butyric Acid	Total	NH_3-N: Content	NH_3-N: in Percent of Total N.	Appraisal: Mark	Appraisal: Class
		%		%	%	%	%	mg%	%		
Chinese Milk-Vetch	7—19—4	14.8	3.80	2.77	0.62	0.05	3.44	59.6	10.7	34	Very Good
〃	7—19—5	22.0	3.95	1.69	0.63	0.21	2.53	50.7	11.8	26	Good
〃	6—17—5	30.4	4.70	2.63	0.24	1.52	4.39	127.8	19.8	20	Satisfactory

Table 19. The Relation between Colour of Extract and Quality of Silage (2).

Silage	Colour	Dry Matter	pH	Lactic Acid	Acetic Acid	Butyric Acid	Total	NH$_3$-N		Appraisal	
								Content	in Percent of total N.	Mark	Class
		%		%	%	%	%	mg%	%		
Chinese Milk-Vetch	7—19—5	20.6	3.89	2.38	0.78	0.25	3.41	90.0	16.3	27	Good
〃	6—18—4	18.0	4.40	1.04	0.98	0.65	2.67	83.7	18.2	12	Medium

これらの結果は，浸出液の淡色なるほど品質がよく，濃色にむかう程品質が劣る傾向を示すものといえる。従つて少なくとも同種材料のエンシレージを比較する場合には，鑑定の補助手段として役立つものと考えられるのである。

Ⅵ. 総　括

エンシレージの成分と品質との関係，特にアンモニヤ態窒素含量との関係を知るため，酪農家生産のエンシレージ110点（レンゲ42%，レンゲとエンバクの混合26%，エンバク11%，他野草，青刈りトウモロコシを含む）を分析して次の結果を得た．

(1) 乾物の平均含量は21.61%（S.D.4.90%）で，かなり低い値のものが含まれた．

(2) アンモニヤ態窒素含量は，乾物中の平均334.4mg%（S.D.170.5mg%）であつた．レンゲエンシレージと青刈エンバクエンシレージのアンモニヤ態窒素含量間には，有意な差が認められた（$p<0.01$）．

(3) pH価と総乳酸含量間には，有意な負の相関（$r=-0.615$，$|t|=5,625$，$p<0.001$，$n=54$）が見出された．

(4) pH価とアンモニヤ態窒素含量間には有意な正の相関が見出された．（レンゲエンシレージの例．$r=+0.564$，$|t|=4,536$，$p<0.001$，$n=46$）．

(5) pH価と全窒素に対するアンモニヤ態窒素の比率間には，有意な正の相関が見出された．レンゲエンシレージでは，$r=+0.788$（$|t|=8,479$，$p<0.001$，$n=46$）で，その回帰方程式は$y=11.27x-33.43$であつた．品質鑑定上の1因子となることが認められた．

(6) エンシレージ試料のpH価を，ガラス電極，pH試験紙の両者で測定比較した結果，pH試験紙による方が一般に小さい価を示し，その差は平均0.1で，有意であつた。

(7) 水分の定量を，直接蒸溜法と，間接乾燥法により行い，比較した結果，乾燥法では揮発性成分が，かなり失われることを知つた．

(8) 浸出液の色と，エンシレージの品質との関係について例を示した．

試料利用について御厚情をいたゞいた岡山県酪農試験場長蔵知毅氏，三秋倚技師他の各位，ならびに試料を提供された各位に感謝の意をあらわす。

引用文献

1) 須藤　浩 (1956)：日本農化，**30**，259～263.
2) 須藤　浩 (1958)：日本農化，**32**，14～19.
3) Barnett, A. J. G. (1954): Silage Fermentation, 128.
4) 永原太郎，岩尾裕之 (1955)：食品分析法，81.

5) 東大農化 (1952): 実験農芸化学, 106～8.
6) FLIEG, O. (1937): Biedermanns Ztb. B. Tierern. **9** (2), 178～183.
7) American Dairy Science Association Committee: 〔SEIDEN, R. : The Handbook of Feedstuffs cit. 430, (1957)〕.
8) ARCHIBALD, J. G. et al· (1954): Massachusetts Agr. Exp. Stat. Bull. **477**, 5.
9) 須藤 浩 (1956): 日畜会報, **27**, 101.
10) NORDFELDT, S. (1955): Kungl Lantbuks. Annaler **22**, 33.
11) FLIEG, O. (1951): Landw. Forsch. **3** (3), 7～8.
12) LIND, C. (1953): Proc. 13th Intern. Dairy Congr., **2**, 47.
13) 須藤 浩 (1953): 鹿大教, 研究紀要, **5**, 170.
14) GNEIST, K. (1937): Landw. Versuch. Stat., **128**, 258～66.
15) PERKINS, A.E. (1943): J. Dairy Sci. **26**, 545～51.
16) BARNETT, A. J. G. (1954): Silage Fermentation, 130.
17) FLIEG, O. (1938): Futterbau u. Gärfutterbereitung, **1** (2), 12～8.

岡山県の原料乳について

化学的組成の部

今村経明
片岡　啓
鈴木　聖（岡山県衛生研究所）
長尾　寛（岡山県衛生研究所）

On the quality of raw milk utilized in Okayama prefacture. Chemical components.

Tsuneaki IMAMURA, Kei KATAOKA,
Kiyoshi SUZUKI & Hiroshi NAGAO

Chemical investigation of milk which had been consumed in Okayama prefacture from Agust in 1956 to June 1957 has been done. About 170 samples were collected at 10 regions (A—J in Fig. 1), and pH, titratable acidity, fat content by Gerber method, protein content by Kjedahl method, lactose content by Lane-Eynone method and milk solid of them were determined. Results obtained are summarised as follows;

1) The great part of samples were within the range of 3.20～3.70% of fat, 2.60～3.30% of protein, 4.10～4.40% of lactose, and 0.13～0.16% of acidity, respectively. On the average of them, the fat content was higher than that of whole land and the lactose content was slightly lower.

2) In summer, the decrease of protein content was remarkedly but the fat content was even in all seasons.

我が国の牛乳は戦後著しく乳質が低下したが，食糧事情の好転と共に次第に向上して来た[1]．しかし乳脂肪の増加に比し無脂乳固形分 (SNF) 特に蛋白質の増加が伴わず戦前に比し高脂肪低蛋白の傾向にある．これは世界的傾向でもあるが，乳価を脂肪含量のみで決定していることに素因があり，高脂肪乳生産の方向に飼育が行われ，乳牛の淘汰が為されたと考えられる．しかし酪農工業の発展及び栄養学の進歩と共に，SNF 特に蛋白質の経済的価値が向上して来た[2]．実際的には，従来飼料向とされていた脱脂乳の利用増大がその一例である．茲に至つて牛乳の標準組成について検討を要する様になつた．牛乳の化学的組成は飼料，泌乳期，品種，個体，季節その他によつて変化するが[2]，これらの因子が総括されて地域における差が生ずる．

以上の点から，主に岡山県南部から 170 個の試料をとり，その一般成分について調査したのでその結果を取纒めて報告する．

I. 実験方法

1) 試料の採取

試料は各地区の牛乳輸送罐から直接採取した．罐の内容を充分攪拌した後内径約 0.55cm 長さ

70cm のアルミニウム製サンプリングチューブを用い，生産地区の異なる原料乳1石に付き試料約500cc を予じめ滅菌した共栓試料瓶に採取した[3)4)5)].

2) pH

ガラス電極pHメーターを用いて測定した.

3) 酸　度

試料10cc に等量の炭酸ガスを含まぬ蒸溜水を加え，1％フェノールフタレン0.5cc を指示薬として，0.1N 苛性ソーダーで滴定し乳酸％として表わした[3)4)5)].

4) 比　重

試料をよく混合し，牛乳比重汁を用いて測定した．得たる値を補正表により15°C における比重として表わした[3)4)5)].

5) 脂　肪

よく攪拌した試料についてゲルベル法により測定し，％で表わした[3)4)5)].

6) 蛋白質

試料5g についてケルダール法により全窒素量を求め，それに6.38を乗じて蛋白質とし，％で表わした[3)4)5)].

7) 乳　糖

試料5g についてレイン・エイノン法により測定し％で表わした[3)4)5)].

8) 乳固形分

バブコック式から算出した．即ち比重汁の目盛をL，脂肪率をf とする時，乳固形分(％)＝$\frac{L}{4}+1.2\cdot f$ により算出した[3)5)].

9) 調査地区

牛乳の生産量，乳牛の種類，試料の運搬などを考慮して県北部の牛乳は対照外としたのでホルスタイン牛乳が全てとなつた．調査地区は第1図に示す如く A～J の10地区を選んだが，1地区

Fig. 1. Distribution of sampling regions.

の生産量は大約5～10石である．1地区が更に数ヵ所分布している所があるので総計30地区になつた．

Ⅱ．実験結果並びに考察

1)　季節的変化

一年を通じて見ると，夏と冬とを比較するまでもなく，飼料の給与状態が変化するから牛乳の化学的組成も変化する．青草の多い夏季はカロチンが豊富であるから冬期に比べて黄色いバターが出来る．又泌乳期によつても変化が見られる．例えば泌乳初期及び末期乳の脂肪率は他の時期よりも高く，分娩後3～8月が最低となる[2]．この他に気温，湿度等の季節的条件によつても影響を蒙る．内地では夏場に乳量が減少するのに反して，北海道で多くなるのは，分娩時期が異つていることに由る．しかるに，夏季における牛乳の化学的組成の変化が類似しているのは飼料や泌乳期の他に季節的条件に影響されることを示している．

岡山県の牛乳について調査した結果は第1表に示す通りである．

pHと酸度についてみると，8月の試料に異常に高い酸度と低いpHが見られる．これは明らかに酸敗したものであつて，アルコールテストで凝固し，二等乳となるものである．年間を通じての平均値は標準並であるが，8月の平均値が稍高酸度でpHが低いのは気温が高いため乳酸菌の生育が旺盛になるためであろう．このことは夏季における牛乳取扱いの難しさを示すものであつて，この時季には一時間の相違でアルコールテスト陰性から陽性に変るものが稀ではない．また70%アルコールでは陰性であり乍ら75%アルコールで陽性を示すもの25例中7個認められた．牛乳の格付に使うのは通常68～70%のアルコールであるが練乳用の原料乳試験には75%アルコールを用いる．

文献によれば[2]，乳脂肪率は冬高夏低になるのが一般現象であり，本調査においても8月に3%を割る最低値が認められたが，平均値は年間を通じて殆んど一定している．蛋白質及び乳糖は，夏季に著しく低下するのが認められた．従つて比重は6月及び8月頃に最も低い値を示し，冬季に高くなる．この点は，日本乳業技術協会が行つた全国調査の結果にも認められる[6]．1954年に行つた関東地方の調査によれば，脂肪率は年間を通じて殆んど安定した値を示すのに反し，SNFは著しく低下する[7,8]．これらの成分を纏めて乳固形分として見た場合，12月，2月及び4月に高く，6月，8月及び10月に低いことが判然としている．

2)　地区における相違

岡山県においても，乳牛の飼育頭数及び牛乳生産量が急増したが，戦前と異る点は専業者よりも農家で飼育する割合が増加した点にある．本実験において，A．B．E及びIは全国平均よりすぐれている．J地区に於いて酸度0.23%を示したのは8月の試料であるが，同地区が最も遠方であることを考えると輸送管理の重要性を感ずる．F地区の牛乳は全般的に低い．日本農林規格では比重1,028～1,034で脂肪3.2%以上を特等とし，脂肪2.8%以上のものを一等としている．本実験の試料は特等乳に格付されるものが殆んどであるが，F地区の脂肪は年間平均でも3.15%に止つた．成分全般を見ても薄い牛乳の様であるが，この地区では桝買いが行われていることも注目される．

AよりJに至る10地区間には気候，風土並びに飼料条件に顕著な差は存在しないのであるが，A．B．C及びEに比較的古い酪農家が多いことから全般的な飼育管理にその因を求めるべきかと考える．新興酪農家と古い酪農家において生産される牛乳の組成に差があることは中西等も東北地方にその例を認めている[9]．しかし乍ら，地区によつては劣らぬものもあり今後次第にその

Table 1.　Seasonal variation

	pH			Acidity (%)			Sp. gr		
	max.	min.	av.	max.	min.	av.	max.	min.	av.
Aug, 1956.	6.77	6.08	6.45	0.25	0.12	0.16	1.0315	1.0280	1.0306
Oct, 1956.	6.68	6.38	6.54	0.16	0.13	0.15	1.0322	1.0296	1.0311
Dec, 1956.	6.85	6.41	6.69	0.16	0.13	0.15	1.0320	1.0279	1.0310
Feb, 1957.	6.72	6.50	6.63	0.15	0.12	0.13	1.0318	1.0294	1.0311
Apr, 1957.	—	—	—	0.16	0.13	0.14	1.0320	1.0295	1.0308
June, 1957.	6.84	6.56	6.70	0.15	0.12	0.14	1.0320	1.0286	1.0307
Average	—	—	6.60	—	—	0.15	—	—	1.0309

Table 2.　Regional variation

Regions	Acidity (%)			Sp. gr			Fat (%)		
	max.	min.	av.	max.	min.	av.	max.	min.	av.
A	0.16	0.14	0.15	1.0318	1.0308	1.0314	3.65	3.55	3.57
B	0.18	0.14	0.15	1.0315	1.0300	1.0309	3.65	3.45	3.48
C	0.16	0.13	0.15	1.0320	1.0298	1.0305	3.60	3.20	3.33
D	0.15	0.13	0.14	1.0312	1.0294	1.0306	3.60	3.20	3.38
E	0.15	0.12	0.14	1.0317	1.0298	1.0307	3.45	3.30	3.31
F	0.14	0.12	0.13	1.0313	1.0280	1.0296	3.35	2.90	3.15
G	0.19	0.13	0.15	1.0315	1.0294	1.0302	3.65	3.00	3.37
H	0.15	0.13	0.14	1.0310	1.0300	1.0306	3.50	3.30	3.41
I	0.16	0.12	0.14	1.0320	1.0299	1.0309	3.65	3.30	3.43
J	0.23	0.12	0.16	1.0312	1.0306	1.0309	3.55	3.00	3.35

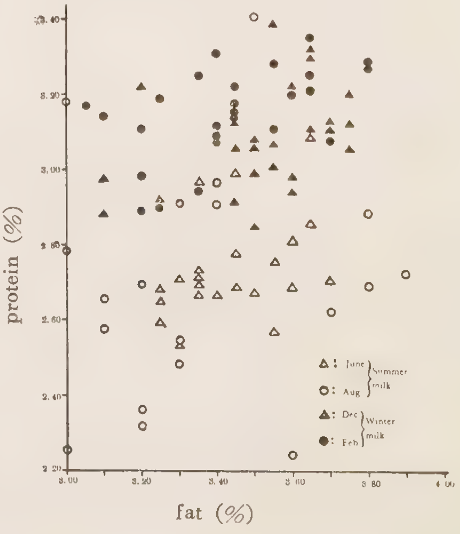
差はなくなることが期待される．

3）脂肪及び蛋白含量の相関々係

牛乳成分の中で水よりも軽いのは脂肪である．従つて脂肪率の高い牛乳は比重が小さくなる道理であるが，脂肪に伴つて蛋白質や乳糖なども増加するので牛乳全体の比重は殆んど変らない．しかし脂肪の変化に比し蛋白質のそれは稍緩慢である．このことは第2図により明らかである．

この図は，個々の試料について得られた脂肪率と蛋白質含量との相関々係を示したものである．第1表に見られる如く，本調査では脂肪は蛋白質に比し夏季と冬季の差がない．従つて夏季は低蛋白で比重の小さい牛乳となる．6月及び8月の牛乳と12月及び2月の牛乳とでは，同一脂肪率に対する蛋白含量に著しい差が認められる．また夏季牛乳の蛋白含量は非常にバラつ

Fig 2.　Relationship between fat and protein contents of milk.



of chemical components

Fat (%)			Protein (%)			Lactose (%)			Milk solids (%)			Number of Sample
max.	min.	av.	max.	min.	av.	max.	min.	av.	max.	min.	av.	
3.90	2.90	3.51	3.18	2.25	2.70	4.06	3.50	—	12.54	10.48	11.65	25
3.90	3.00	3.40	3.20	2.11	2.72	4.23	3.79	4.09	12.94	10.93	11.66	28
3.75	3.10	3.51	3.39	2.85	3.08	4.42	4.10	4.24	12.43	10.72	11.87	28
3.80	3.00	3.44	3.35	2.89	3.15	4.41	4.15	4.31	12.38	10.96	11.86	29
3.75	3.25	3.46	—	—	—	—	—	—	12.40	11.54	11.92	31
3.75	3.25	3.43	3.19	2.67	2.73	4.35	3.76	4.21	12.44	11.13	11.79	29
—	—	3.46	—	—	2.88	—	—	4.21	—	—	11.79	total 170

of chemical components.

Protein (%)			Lactose (%)			Milk solids (%)		
max.	min.	av.	max.	min.	av.	max.	min.	av.
3.17	2.68	2.87	4.33	4.13	4.26	12.39	11.91	12.10
3.19	2.56	2.91	4.43	4.06	4.26	12.22	11.95	11.94
3.22	2.52	3.01	4.18	3.88	4.06	12.10	11.44	11.68
3.15	2.80	2.94	4.25	4.17	4.20	12.12	10.93	11.59
3.18	2.89	3.00	4.38	4.25	4.34	12.40	11.35	11.83
2.97	2.50	2.76	4.20	3.76	4.03	12.26	10.48	11.36
3.21	2.25	2.84	4.25	4.00	4.16	12.02	10.91	11.47
3.18	2.70	2.91	4.25	4.07	4.17	11.89	10.40	11.69
3.01	2.95	2.98	4.30	4.20	4.24	12.38	11.20	11.81
3.39	2.48	2.92	4.21	4.21	4.19	11.98	11.31	11.68

いていることが認められる．このことは夏の飼育管理が特に困難なことを示すものと考える．

4)　各組成分の範囲

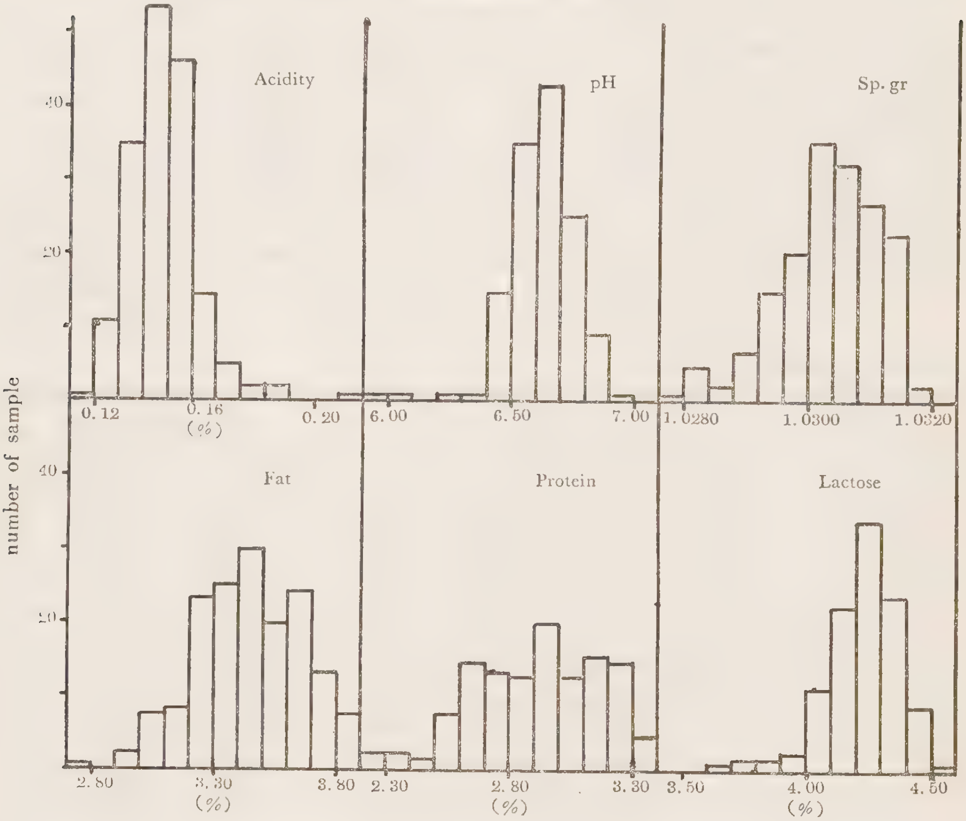
第1及び第2表において各組成分の最高値，最低値及び平均値を示してあるが，数多い試料の中には当然生理的乃至経済的な異常乳を含んでいる．これらを含めての算術平均値が正常な牛乳の値として不適であることは論を俟たない．よつて各成分の分布図を作製したところ，第3図の如くなつた．

酸度は0.12%～0.25%に亘つているが，0.13%～0.16%の間にあるものが89%を占めている．pHは試料の79%が6.50～6.80に属し，比重は1.0300～1.0325のものが82%であつた．脂肪は殆んどが3.00%を越えているが3.20～3.70%のものが75%を占めている．日本乳業技術協会の調査では70%以上が脂肪率3.0%を上廻つていると報告されているが，本県の牛乳はこれより若干高い傾向を示す．蛋白質は総試料の82%が2.60～3.30%にあり，他成分に比し分布の巾が大きい．本図からは示されないが，夏季は特にバラつきが著しい．最後に，乳糖は4.10%～4.40%のものが多い．しかし4.00%以下の試料が特に夏期に顕著であつた．

5)　他地域との比較

牛乳が乳牛より分泌される以上，乳牛の状態によつて影響されるのは当然である．地域によつて飼育管理に差があるし，また戦争の影響も看過し得ない．第3表に示す如く，食糧事情の好転と共に飼料状態も良くなり牛乳組成は年々向上している．岡山県の牛乳は全国的にみて標準乃至

Fig. 3. Limit and frequency of individual determinative value



稍それを上廻るものであるが，若干乳糖が低い様に思われる．

Table 3. Chemical components of raw milk in Japan.

	Sp. gr.	Fat (%)	Protein (%)	Lactose (%)	Milk solids (%)
1931～1934[10]	1.0305	3.54	3.10	4.38	11.76
1949[11]	1.0300	3.10	2.88	4.35	
1950～1951[11]*	1.0306	3.31	2.93	4.13	11.07
1954～1955[12]**	1.0308	3.25	2.84	4.38	
1956～1957[13]	—	3.44	2.78	4.51	11.41
1956～1957 ***	1.0309	3.46	2.88	4.21	11.79

* Hokkaidō district ** Kantō district *** Okayama Prefecture

Ⅲ. 結 論

1956年8月より1957年6月に亘つて，岡山県南部にて集めた約170個の試料についてその化学的組成を調べた．その結果，岡山県の牛乳について次の如き結論を得た．

1) 全般的には同年度における全国平均を僅かに上廻るが，脂肪は若干高く，乳糖は低い．成分別にみると，酸度0.13～0.16%；pH6.5～6.8；比重1.0300～1.0325；脂肪3.20～3.70%；蛋白

質2.60～3.30%；乳糖4.10～4.40%の範囲にあるものが多い．

2)　夏季の牛乳についてみると蛋白質の低下が顕著であり，乳糖にもこの傾向が認められるが脂肪は年間を通じて殆んど変化しない．

3)　地域的には，古い酪農家の乳に若干優れているものが多いと思われる．特に併買いの行われている地方に一考を要する牛乳が認められた．

本実験を遂行するに当り，試料の蒐集及びデータの発表に理解ある協力を戴いたオハヨー乳業株式会社並びに大宮嘉造，十川省治両氏に深甚の謝意を表する。

引用文献

1) 日本乳業技術協会 (1954); 最近の原料乳の化学的組成について，技協資料，**10**号，579～604.

2) A. D. S. A. Dairy cattle Breeding comnitte (1958); Solids-non-fat in milk symposium, J. Dairy Sci. **41**, 440～450.

3) 東大農芸化学教室編 (1952); 実験農芸化学 (下巻)，朝倉書店，600～604.

4) 厚生省編纂 (1950); 衛生検査指針 (Ⅲ)，協同医書出版，153～168.

5) 中西武雄，小沢康郎，稲垣植雄 (1955); 牛乳とその加工法及び検査，養賢堂，116～507.

6) 日本乳業技術協会 (1957); 原料乳の乳質調査から，技協資料，**8**号 407～409.

7) 日本乳業技術協会 (1957); 関東地区夏期原料乳の品質について，技協資料，**7**号，380～381.

8) 日本乳業技術協会 (1957); 最近の原料乳の品質について，技協資料，**2**号，126～138.

9) 中西武雄 (1956); わが国に於ける原料乳の異常組成とその原因及び対策，日畜会報 **10**, 1229～1232.

10) 中江利郎 (1944); 牛乳並びに牛乳と乳製品の検査法，養賢堂，13～14.

11) 中西武雄．小沢康郎．稲垣植雄著 (1955); 牛乳とその加工法及び検査，養賢堂．18～19.

12) 日本乳業技術協会 (1955); 最近の原料乳の品質調査成績，技協資料，**5**号，268～273.

13) 日本乳業技術協会 (1957); 最近本邦原料乳の乳質調査，技協資料，**3**号，209～211.

岡山県の原料乳について
細菌数の部

今村経明
片岡　啓
鈴木　聖 （岡山県衛生研究所）
長尾　寛 （岡山県衛生研究所）

On the quality of raw milk utilized in Okayama prefacture.
Bacterial count.

Tsuneaki IMAMURA, Kei KATAOKA,
Kiyoshi SUZUKI & Hiroshi NAGAO

Bacterial investigation has been performed as the previous report. Coli form bacteria was determined by positive Presumptive test with desoxycholate agar. Total bacterial count was represented with individual count (IMC) and clump count (CMC) by direct microscopic method. The ratio of IMC/CMC was calculated to obtained some knowledges of bacterial growth.

As the results, it was ascertained that the bacterial count of these samples and the contamination of coli form bacteria were remarkedly. Milk temperature was almost equal to the atmospheric temperature. From this, we concluded that the cooling of milk, especially at farmers, was important to improve the bacteriological quality of milk at this area.

乳房中の牛乳にも若干の細菌が汚染しているが，牛体，搾乳者，空気中の塵埃，搾乳器具その他を介して搾乳後汚染される機会が極めて多い．したがつてこの点に注意すれば著しく牛乳中の細菌を少なくすることが出来る．しかし一旦汚染すると，牛乳は細菌の好適な培地であるから級数的に増殖して行く．この際，搾乳後速かに冷却し低温に保つことによつて牛乳中の細菌を著しく減少させることが出来る．最近酪農が著しく振興しているが搾乳衛生の面からは改善すべき点が多々ある．汚染の著しい場合には，現行の殺菌消毒法では衛生上安全な飲用乳にならない．従つて厚生省令においても原乳中の細菌数は400万以下と規定されている．

以上の理由から著者等は岡山県南部の原料乳について細菌検査を行い，2.，3の知見を得たのでその結果を取纒めて報告する．

I．実験方法

1)　試料の採取並びに調査地区

前報と同様に行つた．

2)　乳　温

試料を採取する牛乳輸送罐に直接温度計を挿入して測定した．

3)　気　　温

集乳の行われた9時より12時までの温度を岡山測候所の記録に従つて記載した．

4)　アルコールテスト

70V %及び75V %のアルコールを用いた[3]．

5)　大腸菌群

試料又は試料希釈液の一定量をデソキシコール酸寒天培地に加え，これをペトリー皿にうつし固定させた後普通寒天培地3～4ccを重層し，37°Cに24± 2時間培養した場合直径0·5mm以上の暗赤色のコロニーを生じるものを陽性とした．結果は1cc中の菌数として表わした[1)3)]．

6)　総　菌　数

一定量の試料をニューマン氏染色液でスライドグラス上に塗抹染色し，直接鏡検法により，個体法 (Individual count) 及び菌塊法 (Clump count) により計算し，夫々1cc中の菌数をIMC～及びCMC～として表わした[1)2)3)]．

II．実験結果及び考察

1)　季節的変化

細菌には高温を好むものと低温を好むものとある．乳汁中の細菌は概ね4～50°Cで生育する．Pork & Ayer によれば[4)]，牛乳を45°以下に保つと殆んど菌の生育が見られないのに反して，25°Cを越えると急速に増殖する．しかし10°C以下に保てば菌の生育を相当抑えることが出来る．乳酸菌は比較的広範囲の温度で（5～40°C）生育するが25°C以上では極めて顕著である．25～10°Cでは大腸菌，アルカリ菌等が旺盛になるが，10°C以下になるとこれらの菌の生育が劣え徐々に乳酸菌が増殖する．従つて牛乳を自然条件に放置すれば特に夏期には異常な増殖を示す．

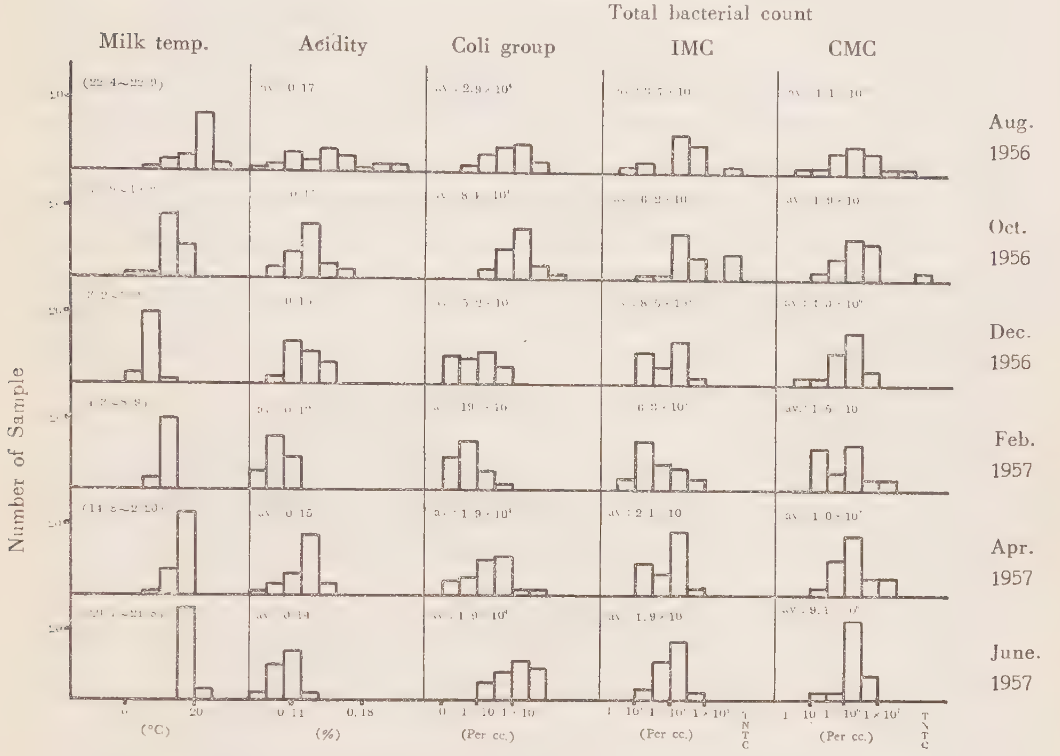
第1図に隔月に行つた実験の結果を図示してある．

夏から冬にかけて気温の下降に伴い総菌数は減少する．市乳の製造には62～65°Cで30分，又は75°Cで15分加熱して殺菌することになつている．この場合細菌数は始めの1％位に減少する．従つて1cc中の細菌数5万以下の市乳を生産する場合には原乳中に500万以上，安全度を見込め

Table 1.　Regional variation

Regions	Milk temp.	Acidity (%)			Coli group		
	av.	max.	min.	av.	max.	min.	av.
A	15.1	0.25	0.13	0.15	1.4×10^5	0	3.3×10^4
B	15.6	0.15	0.14	0.15	2.9×10^5	0	2.1×10^4
C	15.1	0.16	0.13	0.15	1.8×10^5	1.9×10^2	5.0×10^4
D	14.6	0.15	0.13	0.14	1.3×10^5	7	4.4×10^4
E	13.5	0.15	0.12	0.14	8.1×10^4	5.9×10	1.8×10^4
F	13.3	0.14	0.12	0.13	1.5×10^5	1	5.4×10^4
G	16.1	0.19	0.13	0.15	2.4×10^4	0	7.0×10^4
H	8.8	0.16	0.13	0.14	3.2×10^4	1.2×10	8.0×10^3
I	—	0.16	0.12	0.14	2.5×10^4	4.2×10^2	7.1×10^3
J	—	0.23	0.12	0.16	$9·8\times10^4$	1.8×10^2	2.5×10^4

Fig. 1. Seasonal variation of bacterial count in milk



Note : Numbers in brackets represent atmospheric temperature

ば400万以上の細菌が存在することは望ましくないのであるが，これを越すものが比較的多かつた．総菌数を菌塊法で測定する場合は，これによつて牛乳の汚染度を測定出来る．しかし大腸菌群はより明瞭にこれを表現する．即ち本来乳汁中に大腸菌は存在しないのであつて，乳牛の排泄物その他が牛体，昆虫，塵埃，器具，作業員等を媒介として汚染したものである．これらの汚染

of bacterial contamination.

Total bacterial count						IMC/CMC		
I M C			C M C					
max.	min.	av.	max.	min.	av.	max.	min.	av.
TNTC	2.5×10^6	1.6×10^7	2.5×10^7	6.6×10^5	4.5×10^6	7.65	2.82	4.90
4.4×10^7	8.4×10^5	1.6×10^7	2.0×10^7	1.8×10^5	9.6×10^6	8.34	2.74	4.40
8.4×10^7	1.9×10^6	3.4×10^7	1.9×10^7	6.6×10^5	5.8×10^6	8.90	2.82	5.62
9.8×10^7	2.7×10^6	2.7×10^7	4.1×10^7	4.8×10^5	1.5×10^7	6.84	1.50	3.85
TNTC	7.5×10^6	2.3×10^7	1.8×10^7	3.0×10^5	4.7×10^6	10.80	4.54	4.79
5.2×10^7	3.3×10^6	2.4×10^7	1.5×10^7	1.0×10^6	4.9×10^6	6.79	3.29	4.41
TNTC	1.6×10^6	2.6×10^7	TNTC	3.0×10^5	6.0×10^6	6.72	2.28	4.03
TNTC	2.8×10^6	4.5×10^7	3.2×10^7	7.2×10^5	9.2×10^6	6.72	3.83	6.46
TNTC	1.1×10^6	4.1×10^7	2.6×10^7	1.2×10^6	1.5×10^7	6.81	2.20	5.65
8.8×10^7	4.8×10^6	2.9×10^7	8.4×10^6	7.8×10^5	4.2×10^6	10.15	6.50	7.23

源が豊富であると同時に牛乳の温度が生産に適していると急速に増殖する．即ち4，6，8，10月の牛乳は殆んど気温に近い乳温を示している．また酸度の上昇は乳酸菌の生育によるもので，乳酸菌そのものは無害であるが，酸度の高い牛乳は細菌数も多い．従つて酸度は牛乳の加熱凝固性を示すのみでなく，細菌汚染の状態に指針を与えるものと考える．これらの結果より温暖期に著しく乳質の低下することが明かである．

2)　地区における変化

健康な牛の乳汁であれば，その細菌学的性質はこれを取扱う状態によつて決定される．従つて酪農家個々については大腸菌群0の処から数万に至るまで区々であるが，5～10石単位にした地区別に観察すると特に顕著な差は認められなかつた．

この場合にも，良質の牛乳は2月または12月のものに限られていた．IMC/CMC 即ち個体法による細菌数を菌塊法による細菌数で除した商は菌の増殖度を知る目安となる．I 及び J 地区において比較的高いのは両地区が遠方であることに基因すると考える．

3)　輸送時間の影響

農家で搾乳された乳はトラックから自転車に至る種々の方法で処理場まで輸送する．この間に細菌が増殖するから遠距離，長時間輸送には充分注意を要する．そこで酪農家の庭前で集めてから実験室で測定するまでに要した時間と細菌数について調べた結果第2表に示す結果を得た．

Table 2.　Effect of collecting time on the bacterial contamination.

Collecting time.	Milk temp.	Acidity (%)	Sediment	Coli group (Per cc)	Total bacterial count (Per cc)		IMC/CMC
					IMC	CMC	
5.20	22.5	0.16	0.1	1.4×10^4	5.0×10^7	2.6×10^7	1.90
4.30	22.5	0.19	0.2	8.0×10^4	4.8×10^7	2.0×10^7	2.42
4.20	22.0	0.18	0.2	2.6×10^5	3.6×10^7	1.6×10^7	2.20
4.00	21.5	0.16	0.1	3.4×10^5	5.6×10^7	7.8×10^6	7.36
3.50	23.0	0.18	0.05	1.0×10^4	4.3×10^7	2.0×10^7	2.19
3.30	22.0	0.17	0.2	5.5×10^5	3.6×10^7	1.1×10^7	3.40
3.20	21.0	0.18	1.0	1.3×10^5	1.6×10^7	6.0×10^6	2.71
3.00	21.0	0.16	0.1	1.5×10^5	2.2×10^7	4.8×10^6	4.47
2.50	21.5	0.16	0.1	7.5×10^5	3.3×10^7	7.2×10^6	4.51
2.40	22.0	0.17	0.2	1.7×10^5	6.5×10^7	3.0×10^7	2.19
2.30	22.0	0.19	0.2	2.2×10^5	1.0×10^7	4.5×10^6	2.32
2.10	23.0	0.16	0.1	7.0×10^4	3.8×10^7	2.4×10^6	4.70
*1.30	14.0	0.14	0	6.3×10^5	3.1×10^6	8.0×10^6	3.75
*1.30	15.0	0.15	0.05	2.5×10^5	2.6×10^6	7.2×10^6	3.53

この実験は1956年9月に行つたもので，トラツクで順次試料を採取したものである．輸送時間の増大に伴つて大腸菌群，総菌数，IMC/CMC が増加する予想で行つたのであるが，結果は殆んど差がなかつた．乳温が各酪農家の乳とも同様であつて輸送時間による差がない．従つて農家の庭先に於いて既に菌が増殖する好条件になつていたものと思われる．このことは，同じ日に冷却処理場から輸送した牛乳2検体（表中最下段＊印）の菌数と比較すれば判然する．この2検体は冷却処理設備をもつた地区の合乳であるが，輸送法は同一であるに拘らず到着時の乳温は15°，総菌数も400万以下を保つていた．同様な理由でセジメントと菌数の関係を知ることが出来なか

つたが，セジメント（塵埃）は細菌の媒体となるものであるから，セジメントの多いのは望ましくない．

III. 結　　論

前報と同じく，30地区，170検体について細菌検査を行つた．

細菌の汚染度は相当著しいと思われるが，地域による差は殆んど認められなかつた．細菌数と乳温との関係から冷却が十分行われていないためと思われるが，特に集乳車に積載するまでの冷却にも欠陥があることを認めた．

本実験を遂行するに当り，種々御便宜を戴いた大宮嘉造，十川省治氏に深く謝意を表する。

引　用　文　献

1) 厚生省編纂 (1950)；衛生検査指針 III，123～142.
2) 東大農芸化学教室編 (1952)；実験農芸化学，281～282.
3) 中西武雄，小沢康郎，稲垣恒雄 (1955)；牛乳とその加工法及び検査，546～569.
4) 小島正秋，斉藤道雄 (1946)；乳と乳製品の細菌学，382～387.

農業機械化の経済的意義に関する研究

（第2報）農業機械化の経済性について

福　田　　　稔

Studies on Economic Meaning of Agricultural Mechanization.

II. On Productivity of Agricultural Machine.

Minoru FUKUDA

The major objective of this study was to explore the economic usefullness of agricultural machine. For this objective, it seems reasonable that, to begine with, the specific feature of family farm should be defined.

Family farm is a complete economic unit by itself in which business and household are interwined with production and consumption. Although farm management has been mentioned as a unit of firm-business, it has not been an independent unit but an interdependent unit.

On the interdependence between a business firm and a consuming household, Dr E. O. Heady and his collaborators have represented excellent works. It is their fundamental view that the family farm pursues as a final goal a high level of living and a maximum satisfaction for family.

On grounds of their theories, the writer hopes to analyse the effect of mechanization on the farmer's living.

In fig. 4〜6, the writer has indicated monetary income and consumption on the vertical axis, and non-monetary income and consumption on the horizontal axis.

The curve **mn** means the production opportunity with limited resources and unchanged farming. The curve **ID** stands for the consumer indifference curves which illustrate individual's preference between monetary and non-monetary income at one point in time.

Thus, the results obtained are summerised as follows:

(1) When monetary income is decreased by the effect of mechanization, it does not necessary follow that the satisfaction of farm family decreases. If added non-monetary income is more than enonuh to compensate the loss of amount of money income, the farm family naturally obtain more satisfaction than before. (See fig. 4)

(2) When monetary income is unchanged after mechanization occured, satisfaction of family will increase. (See fig. 5)

(3) When monetary income is incieased by the effect of mechanization, the satisfaction of family will increase.

But the satisfaction of family will decrease, if excessive intensification or over-diversified farming sacrifice more non-monetary income than expected to the added money income. (See fig. 6)

After the war, agricultural mechanization in Japan has developed rapidly. We can more easily understand the cause of this developement from our theory.

In the study of the productivity of agricultural machine, it may be necessary to analyse this problem not only from the aspect of firm business but also from the aspect of firm-household interdependency.

I. 問　　題

戦後動力耕耘機の導入は誠に顕著なるものがあるが，動力耕耘機の利用に関してこれまで幾多の論議が重ねられてきた．これらの論議を要約すると機械化が経済的採算の上に立つて行われているのか，それとも採算を度外視して利用されているのかという2つの点に分類される．機械化過剰投資説とか機械の消費財的性格[1]とか言われるものはまさに後者の傾向を指摘するものであろう．これに対して，機械の経済的意義を強調する論者も少なくない[2]．

このような論点について，本稿では現実の農家経済が1箇の経済的単位として経済生活を営む場合を想定し，その経済単位が機械を導入した場合に受けるところの経済的諸影響を理論的に解明せんとした．

II. 農家経済における機械の意義

農家経済にとつて機械を導入するということは，経済的には何を意味するものであるか．この場合機械とは動力機によつて駆動されるところの農業用作業機，若くは動力作業連結機と解する．但し特に本稿においては，より具体的に動力耕耘機を対象として論を進める．

機械の経済的意義に関しては，Marx の古典的解釈以来，本質的には人間労働に対する代替機能として理解されている．すなわち先ず第1に機械は人間労働の技術的補助手段であり，第2にそれは道具と異なつて，それ自体独自の作業を営むところの自律的作業能力を有する．そして第3にその能力によつて，人間の労働を軽減すると同時にそれに代替する作用を果すものである．

これが，農作業特に耕耘過程に導入された場合においては，人力若くは畜力を利用した場合に比較して，(1)農作業者の肉体的苦痛度の軽減，(2)作業時間の短縮及び一定時間内における作業処理能力の向上，(3)作業の質の向上等の直接的影響を与えるものである．

又機械は労働の技術的補助手段としての意義に加えて，農業に投下された資本として特殊な一面をもつ．すなわち機械はその強力なる作業能力を発揮するための堅ろうにして，しかも精密なる機構をもつた装置である．従つて，農家経済がこれを導入する場合には，高額の現金支出によつて購入されなければならない．すなわち耐用生産財の購入であり，資本の沈下固定を意味するものである．

ここに農家経済における機械導入の意義を要約すれば，技術的には，経営における労働節約手段の導入を意味し，経済的には資本の固定化の増大を意味するものと解することが出来る．

III. 農家経済の機構とその機能

さて，如上の性質をもつた機械を具体的に導入利用するのは現実の農家であるが，これはいかなる内容をもつものであろうか．一般に，家族の労働力をもつて営まれている家族的農業 (family farm) にあつては，所得経済部面と家計経済部面とが未分化な状態において存在し，その両者を統一するところの農家経済としての経済単位をなすと言われている．

しかし科学的分析の手段として，農業経営学においては，所得経済部面の中心をなす農業経営を特に抽出して，これを独立した自己完結的なる経済単位として取扱うという方法がとられている．かくすることによつて農業経営内部の経済的機構及び機能を純粋に分離抽出して，分析することができるのである．

しかし現実には，農業経営は農家経済の中に包括される所得経済部面としての農業経営と家

計経済部面としての家計とが結合されてこゝに農家経済が成立する．農業経営は経営純収益の永続的最高をその目標とするが，その純収益はその他の経営外所得と一諸になつて農家所得を構成し，この農家所得が農家の家計を賄う．農家所得は，家計において農家の家族員の経済的欲望充足の用に供せられるのである．従つて所得が一定である場合には家計は，その所得によつて可能である最高の効用を獲得することを目標として経済行為を営む．

故に，農家経済の中には，農家所得の永続的最高を求めて活動する所得経済部面と，効用の永続的最高を求めて行動する家計経済部面との2つの経済単位を理念的に設定することができる．

農家経済はこれら両者の結合の上に成り立つのであるが，その目的とするところは，最終的には，家計における最大効用の獲得にあるとすることができるであろう．従来農家経済の経済的目標は，農家所得の永続的最高を追及するところにあると言われている．そのこと自体は決して誤りではないが，農家経済の最終的目標は，この農家所得の追及の上に更にこの所得を効用にかえて，全体的に最大限の効用を獲得することにあると解されねばならない．

農家経済の主体は普通これを経営主と称しているが，現実には経営のみを分離独立して，経営的決意と選択（managerial decision and choices）が行われるということはない．経営主は経営を主宰すると同時に家計をも主宰し農家経済全体としての配慮の中から決意と選択を行つている．そしてかゝる決意の最終的なる評価の基準は，農家経済全体としての効用の極大値に置かれているものと考えてよいであろう．従つて農業機械を導入するとか，作物の作付面積を決定するとかいうような全く経営に固有の決定事項と言えども，それは絶えず家計との相互関連のもとに決定されていると考える可きであろう．

すなわち本稿では，農家経済が経営を中心とする所得経済部面と家計経済部面の2箇の経済部面から成り立ち，それらがそれぞれ独自の経済的役割を果しているけれども，両者は独立した単位ではなく，農家経済として有機的に統一されていることを第1の前提とする．そしてこの統一体としての農家経済は，農家の総合的な効用の永続的最高を達成することを目標として活動するものであると考える．従つて農家経済を主宰する主体（通称に従つてこれを経営主と呼ぶ）はこの農家の総合的効用の最高度達成を基準として，決意と選択を行うものと考える．こゝにおいて，経営主の行う決意と選択に際しては，所得経済部面と家計経済部面とが常に相互依存関係において存在するということが前提となるのである．

Ⅳ．農家経済における経営と家計の相互連関関係

経営主の決意と選択は，経営と家計の相互連関的配慮の上においてなされるということを説いたのであるが，この両者の相互関係についての理論的解明は従来数多く試みられて来た．例えばすでに古典的存在であるチャヤノフの小農理論[3]を始めとし，戦前においては，大槻正男[4]，柵橋初太郎[5]，戦後においては，中島千尋[6]，田中修[7]等の研究がある．又最近アメリカにおいては，Boulding, Hurwicz, Friedman, Savage, Arrow, Scitouszky, Heady[8]等によつて一般的原則の展開がなされつゝあるということである[9]．

本稿では特にこの点に関する Heady 等の研究を参考にして，所得経済と家計経済の関係を統一的に把握する体系的理論を設定する．そしてこの理論によつて，認識せられた農業経済が機械化という条件の変化を受けた場合，それがどのように対応するかという点を解明しようとするものである．なお Heady は農家経済を farm business と farm household とによつて成り立つとみている．本稿ではこれを所得経済部面と家経経済部面の意に解釈した． Farm business

は場合によつて，純然たる農業経営の意に使用されることもあるようであるが，ここでは経営としての収益性の概念ではなく，経営以外の所得的活動を含めた農家の所得的活動部面の経済性を取扱うものと解する方がより適切であるように思われる．よつて本稿では以下において，農業経営は一応所得経済部面に包含されるものとみて主として所得経済部面と家計経済部面との対比において一貫的に説明する方法をとつた．

先ず Heady の見解に従うと，業務をつかさどる所得部面と消費をつかさどる家計の相互依存関係は次に示す第1，2図，及び3図によつて，単純且つ明瞭に示すことができる．先ず1箇の農家経済を前提とすると，それは限定された資源をもつて1決意形成期間， (one decision-making priod) 例えば1年間に，自由な経済活動によつて最高の農家の所得を産出せんとするのであるが，こゝで言う農家の所得は，貨幣的所得 (monetary income) と非貨幣的所得 (non-monetary income) との合成によつて形成される．貨幣的所得とは，農家に保有せられる土地，労働及び資本等の資源を用いて生産を行い，その生産物を販売することによつて得られる現金所得を言う．これに対して非貨幣的所得とは，同じく土地労働及び資本等の資源を直接農家の消費欲望充足に役立たしめた場合の所得である．

前者は現実に現金化せられた粗所得から，そのために費された所得的失費を差引いたものと考えられる．すなわち粗所得の現金部分からそのために費された所得的失費部分を差引いたものと解される．

すなわち

貨幣的所得 (monetary income)

＝粗貨幣的所得 (gross monetary income)

－貨幣的所得のための失費 (expenditure for monetary income)

ここに言う粗貨幣的所得とは，純然たる現金粗所得を意味する．従つて所得経済部面の粗所得より，生産現物及び用役の家計仕向の評価額を差引いたものに相当する．又貨幣所得のための失費とは，所得的失費総額から前記生産現物及び用役の家計仕向額を生産するために要した失費を差引いたものと解することができる．

後者はこれに対してやゝ難解であるが，次のように解釈することができる．すなわち現金化せられない生産現物，家計仕向額は非貨幣的所得に入る．又3つの生産資源のうち，例えば，土地について言えば，直接現金所得のために充当せられないところの家計用自給現物を生産する耕地，又は住宅用地等からあげられる土地用役の評価額は，非貨幣的所得の一部を形成している．これと同様に，資本についてみれば，蓄積資本が機械や家畜に代えられゝば，これは貨幣的所得部面への投資となる．これに対し，愛玩用家畜，家計用自動車，家計用電気施設に投ぜられる場合は，非貨幣的所得形成のための資本の割当と解する．従つてかゝる非貨幣的割当によつて生ずる用役価額が，非貨幣的所得の一部を構成するものである．労働の場合について，資源から直接導出される非貨幣所得というものは，労働それ自体ではなく，労働の余暇 (leisure) であると解される．労働しなくても済むということ，そしてその活動の余力でもつて休養のための活動をなすということが，労働の非貨幣的所得であるとみるのである．

従つて，非貨幣的所得の内容は次のごとく要約できるであろう．

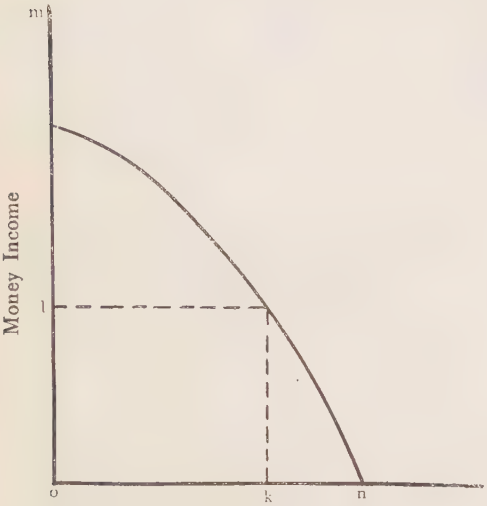
非貨幣的所得額＝生産現物家計仕向額（穀物，蔬菜，果実，畜産物等の評価額）

＋家計用土地（宅地）用役額

＋家計用資本用役額（住宅，家具等）

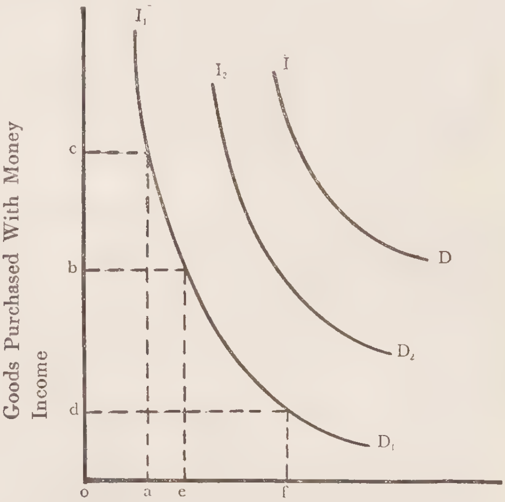
＋家族員余暇時間評価額

さて，貨幣的所得と非貨幣的所得との概念を以上のごとく規定するとき，農家経済が目標とするところの農家の効用は，この2の所得の組合せによる農家の総合所得の額及び内容によつて規定せられるものと解することができる．いま農家の資源が限定せられているという前提に立ち，貨幣的所得を縦軸にとり非貨幣的所得を横軸にとる．そのとき両者の組合せによつて形成される農家経済総合所得の最高限界は，原点に対して凹形の曲線を描くであろう．これはすなわち生産機会曲線（production oppotunity curue）に外ならず，第1図におけるmn曲線がこれに当る．



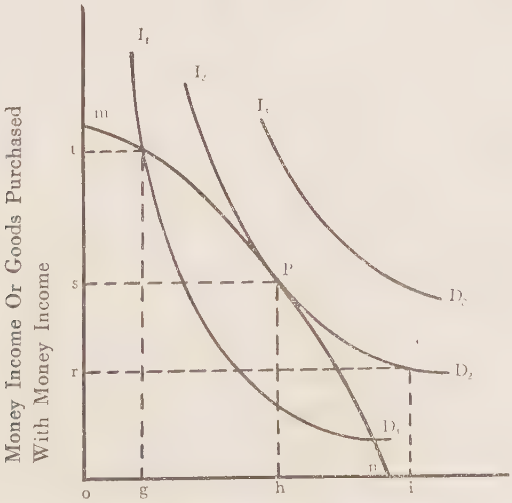
Goods Not Purchased With Money Income (Those Derived Directly From Resources Such As Leisure)

Fig. 1.



Leisure and Other Goods Derived Directly From Resources.

Fig. 2.



Goods Not Purchased With Money Income.

Fig. 3.

Fundamental relationships in firm-bousehold interdependence.

(Sourse : Iowa State Coll. Rsea. Bull. 398.)

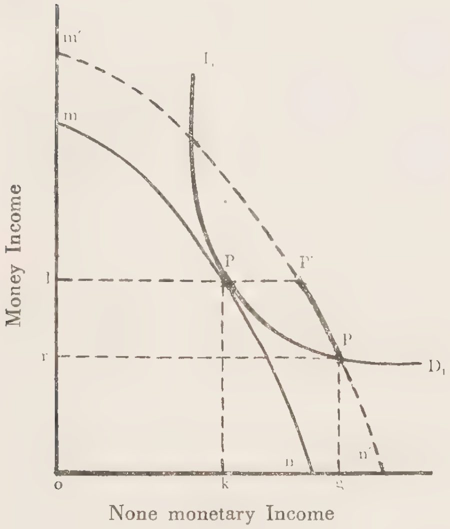


Fig. 4.

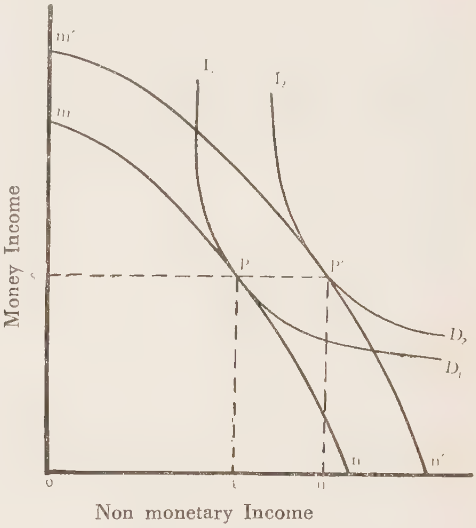


Fig 5.

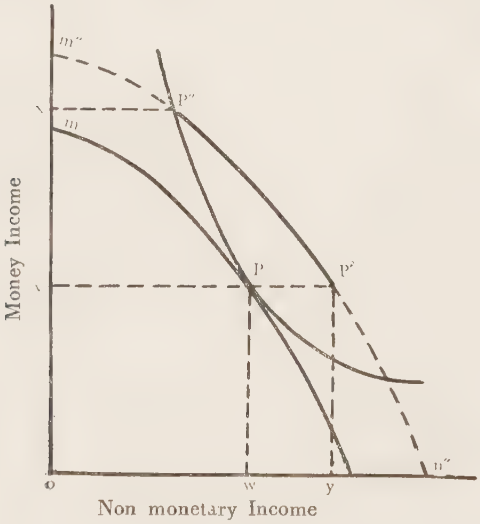


Fig. 6.

Fundamental relationships on the mechanization of farm

mn曲線が原点に対して凹になるのはｍ又はｎに近づくに従つて収穫逓減の法則が働くからである．mn 曲線上の各点は，その時の価格における総合所得の額を示すと共に，貨幣的所得と非貨幣的所得の組合せを示している．若し貨幣的所得のみに集中すれば，omが獲得せられる．非貨幣的所得のみを求めて全資源をそれに充当すれば，onが得られる．しかしその何れの場合も獲得しうる所得額は，両者を適当な割合で組合せた場合の所得額に比べて著しく低い．先に述べたごとく，何れか一方の所得目的に全資源を動員するとき，各資源の限界生産力は急速に低下するからである．

次に第2図において，同様に縦軸に貨幣的所得を以て購入し得る財の量をとり，横軸に非貨幣的所得を構成する財の量をとつて，その両者の組合によつて生ずる効用を座標上に求めるとき，

図におけるI_1D_1，I_2D_2，I_3D_3等の消費者無差別曲線（consumer indifference curue）を描くことができる．そのときこの無差別曲線上の点は，貨幣的及び非貨幣的所得の各種の組合せによつて生ずる農家経済総効用の大いさを示すものであつて，原点Oに対して凸の曲線となる．無差別曲線が原点に対して凸になるのは，その両端において限界代替率が低下するからである．

そこでこの第1図と第2図を組合せて第3図を得る．第3図のP点は mn 曲線とI_2D_2との接点であつて，この点において農家経済総効用の最大が達成せられることを意味する．

すなわち与えられた資源のもとにおいて，貨幣的所得 os と非貨幣的所得 oh の組合せによる農家総合所得が，農家総効用の最大値I_2D_2に到達するのである．貨幣的所得は経営に関した目的であり，非貨幣的所得は家計の目的である．Heady は家計と経営との相互依存関係の機構を以上の如く解明しているのである．（以上は Heady 及びその共著者の後掲論文 P.387～393に述べられた内容を筆者の解釈を加えて論述したものである。）

V．農家経済と機械化の経済性

農家経済における資源の経営的配分と家計的配分との相互関係によつて，農家の総効用が形成せられてゆく過程を以上のごとく理解するとき，農業経営主が農業労働節約手段としての農業機械を農家経済に導入しようとする場合に，彼はその経済性についていかなる予測をたてるであろうか．

農業の機械化は，上述のメカニズムを経て，農家の経済的効用の発揮に対していかに作用するであろうか．農業の機械化をわが国の動力耕耘機の導入に例をとつて考察してみよう．従来の人力若くは畜力耕耘に代つて，動力耕耘機による耕耘作業が行われるようになつたとする．そのとき，機械の導入はその本質的機能に従つて，農業における人間労働の節約及び畜力若くは畜力農具に対する代替となつて現われる．従つてそこでは労働賃銀又は畜力費等の失費が軽減される可能性があるが，他方機械自体の費用が掛るのでこの面での失費が新たに増加する．労賃の節約は，それが従来雇傭労働者に支払われていた場合に限つて，所得的失費（貨幣的支出）の節約となるが，家族労働力の場合には直接所得的失費の節約を意味しない．しかし，このような労働力の軽減は，農家にとつては余暇（leisure）の増加となつて非貨幣的所得の増加となることもある．機械はその本質的機能が労働の節約にある限り，先づ第1次的には所得的失費構成に変化を与える．しかし第2次的には機械による作業能率の向上が農業生産の規模の拡大又は集約化を可能ならしめることによつて，粗所得の増加が現われてくることも期待される．

このように，機械化の農家経済に対する影響は種々なる場面が存在するが，Heady にならつて農家の総合所得が貨幣的所得と非貨幣的所得の合成によつて成立するものとする．そして一応これを貨幣所得の面から把え，貨幣所得の増減の形態別に類別して要約すると次のごとくなる．

(1)　機械の導入によつて貨幣的所得が減少する場合．

機械の導入による経常的貨幣支出の増加額，すなわち所得的失費の増加額（減価償却費，修繕費及び燃料費等）が，機械化によつて齎らされる貨幣的支出の減少額，すなわち所得的失費節約額（雇傭労賃節約額，畜力費節約額等）を越えている場合である．

(2)　機械の導入によつて貨幣的所得が影響を受けない場合．

先の場合における貨幣的支出の増加額とその減少額とが丁度相等しい場合を言う．

(3)　機械の導入によつて貨幣的所得が増加する場合．

上の2つの場合における貨幣的支出の増減とは別に，機械の導入が貨幣的粗所得の増加を齎らし，貨幣的支出の増加を考慮に入れてもなお差引貨幣的所得を増加させる場合である．（以上3

つの場合において，機械化前と後で生産現物家計仕向額には増減ないものとする。)

すなわち貨幣的の所得の増減の側面から機械化の影響を類別すると上の3つの場合になる。しかし，機械化の影響は単に貨幣的所得の面にのみ限定されるものでなく，非貨幣的所得にもその影響を及ぼす．従つて機械化はその両者の合成によつて成立する農家の総合所得に影響を与え，更には農家の総効用を変化せしめるであろう．最終的に農家の総効用が機械化によつてどのように影響を蒙るかという点を考慮して，先の3つの場合を更に展開してみよう．

なお Heady は経営と家計の相互依存関係の図解に際して，その前提条件として資源が限定されているということと，一生産期間に限定して考察するということの2点を設けた．従つて唯一の生産機会曲線（mn）が描かれ，その線上における貨幣的所得と非貨幣的所得の組合せが問題になつた．機械化の影響を考察する場合には，ここに描かれている mn 曲線を機械化前の状態とみることができる．そして機械化後においては機械の利用によつて技術の体系が異つてくるのであるから，農家にとつてその利用が許容されている資源の総量が機械化前と後において異らないものとしても，生産機会曲線は異らざるを得ない．すなわち資源そのものは変化しないが，機械化技術体系に移ることによつて生ずる生産機械会曲線の移動（shift）を前提として加えなければならない．このようにして，機械の導入前と後の2つの時期をとりその間に生産機会曲線が右に移動するものとしたとき，先にあげた貨幣的所得における3つの変化は，それぞれ農家の総効用にいかなる変化を波及せしめてゆくであろうか．以下順を追つて分析する．

(1) 機械の導入によつて貨幣的所得が減少する場合．（第4図）

機械の導入にも拘らず貨幣的所得が減少するということは，機械によつて節約された貨幣支出の減少額よりも機械を使うことによつて生ずる経費の増加額の方が多いということを意味する．従つて所得経済部面の経済性のみからこれを考察するときには，このような機械の導入は明らかに損失を齎らすものであつて，経営主はかゝる損失の予測の上に機械を導入することはあり得ないことになる．

しかし，これを経営と家計の相互依存の観点からみるときには必らずしもそうではない．第4図において機械化前の生産機械曲線は mn である．械機化後の新しい技術体系の下における生産機会曲線は右に移動して m′ n′ になつたとする． いま機械化前において貨幣的所得 ol と非貨幣的所得 ok との組合せにより農家の総合所得 p が mn 線上に実現せられたとする．そのときの農家の総効用は mn 曲線と無差別曲線（I_1 D_1）との接する点 p によつて示される．機械化によつて生産機会曲線は m′ n′ に移つたのであるから， 農家の総合所得は m′ n′ 線上に実現せられることになる．しかし， この場合貨幣的所得が低下しているのであるから，m′ n′ 線上の総合所得は lp の延長点p′とn′との間にしか実現し得ない．p′n′ 線上の各点は機械化後における総合所得の額を示すと共に，そのときにおける貨幣的所得と非貨幣的所得の組合せを示し，且つそれによつて実現せられる農家の総効用の高さを示す，いま図において I_1 D_1 との交点を p′ とすると p′ p″ 上の各点を通る無差別曲線は I_1 D_1 よりも原点Oより離れ従つて効用がより大である．これに対し p″ n′ 上の点を通る無差別曲線は明らかに I_1 D_1 より原点Oに近くなり効用は減少している． このことは機械化後の農家の総合所得が p′ p″ 上にあるときには， 機械化前よりも大きい農家の効用を獲得していることを意味する．しかしそれが p″ n′ 上に移つたときには， 農家の効用は機械化前よりも小さい．

この場合，農業の機械化が貨幣的所得を低下せしめているのであるから，所得経済部面の経済性の観点に立つ場合は明らかに不利であるが，農家経済全体の立場からみるときには2つの場合が考えられる．すなわち

（i）　貨幣的所得が低下したにも拘らず農家の総効用が増加する場合．（貨幣的所得の低下が ol→or の範囲内にあり総合所得が p′ p″ 線上にある．）

（ii）　貨幣所得が低下すると共に農家の総効用も減少する場合．（貨幣的所得が or 以下になり総合所得が p″ n′ 上にある．）

前者（i）の場合は，貨幣的所得はある程度低下するが，その反面機械導入による技術体系の変化によつて非貨幣的所得が増加している．その両者の組合せが機械導入前の組合せよりも大きい総合所得を産む可能性のあることを意味する．具体的に例を挙げれば，機械の導入が現金収支においてマイナスになつたとしても，ともかく機械を利用したことは家族労働力の軽減になつていることには間違いない．機械化前の労働が，激しい苦痛を伴う肉体労働の連続である場合においては，機械化によるそれからの解放は貴重な休養時間の増加となり顕著なる非貨幣的所得の獲得とみなしうる．この両者の差引において非貨幣的所得においてうるところがより大であれば全体としての効用は増加するのである．わが国の如き労働集約的農業の営まれている場合にあつては，このように貨幣的所得の減少にも拘らず農家の総効用においてプラスになるという形の機械化が成立する分野が或程度存在するのである．しかしそれは普偏的にそうであるのではなく，機械化前においてすでに担当の余暇に恵まれるか，或いは非貨幣的所得の増加では償い得ない程の貨幣的所得の低下を招来する場合においては全体的効用の損失を避けることができない．後者（ii）において無差別曲線が原点に近づくのはまさにこのような全体的効用の損失を齎らす場合を示している．

(2)　機械の導入が貨幣的所得に影響を与えない場合．（第5図）

機械化による貨幣的支出の増加額と，それによる貨幣支出の節約額とが丁度相等しい場合には，機械化は貨幣的所得に何等の影響を残さない．しかもその場合においても技術の体系は異なつているから第5図において mn 曲線は m′ n′ に移動している．従つて農家の総合所得を示すp点は p′ 点に移つている．そのとき，貨幣的所得 os は不変であるが非貨幣的所得 ot は ou に増加している．従つて機械化前の p を通る無差別曲線 I_1 D_1 は機械化後においてより効用の大きい無差別曲線 I_2 D_2 に置きかえられているのである．

すなわち，機械化の後において貨幣的所得が変化しなかつたとしても，耕耘過程の機械化という形における技術体系の変化は，他方において労働の節約を齎らしていることは否定できない．この節約された労働は余暇（leisure）となつて農家の非貨幣的所得を増加せしめているのである．従つて両所得の合成によつて生ずる農家の総合所得は高くなり，農家の総効用も大きくなることが期待されるのである．

所得部面と家計部面を切り離して考えるならば，所得部面にとつて貨幣的所得を増加させることもなく減少させることもないような機械化は，積極的導入を図る必然性を持たぬであろう．しかしこれを全体的農家経済として考察するならば，ここに述べたように農家の総効用の増加を示すことになるのであるから，機械化は農家経済に対して積極的役割を荷うと言うべきであろう．

(3)　機械の導入が貨幣的所得を増加させる場合．（第6図）

所得経済の観点に立てば，農業の機械化は先ず第1に所得的失費構成の変化となつて現われる．そして所得的失費節約額がその増加額を越えれば，農業純収益の増加となる．しかし機械が単に人力又は畜力による耕耘過程の代替にとどまらず，それに基づいて経営の集約化，多角化等を可能にするならば，粗所得の拡大となつて所得的失費を差引いた残りの所得的収入を増大する要因を作ることになる．

いま第6図においてこのような経営技術体系の変革が行われた場合の生産機会曲線を m″n″ と

する．（$m'n'$ は単に機械が人力若くは畜力に代替したときの shift を示すものであるから $m''n''$ は $m'n'$ よりも更に右に位置するものと考えてよい．）そのとき上述の意味における貨幣的所得の増加がみられたとするならば，機械化前の総合所得を示す点 p は $m''n''$ 上に移動し，しかも $p'm''$ 線上に位置することになる．$p'm''$ 間の全ての点は機械化後において貨幣的所得増を齎らした場合の貨幣的所得と非貨幣的所得との組合せを意味し，且つその合成によつて成立する総合所得の高さを示す．叉その点を通る無差別曲線は農家の総効用を示すことは前の場合と同様である．いま前の場合にならつて機械化前の総合所得 p を通る無差別曲線を I_1D_1 とし，それと $m''p'$ との交点を p'' とする．

この図についてみると，貨幣的所得増加の場合の農家総効用に対する影響は，次の2つの場合に分れる．

（i）貨幣的所得が増加すると共に農家の総効用が増加する場合。（総合所得は p' より p'' の間にある。）

（ii）貨幣的所得の増加にも拘らず農家の総効用が低下する場合。（総合所得は p'' より m'' の間にある。）

すなわち前者（i）の場合においては，貨幣的所得の増加が ov より ox までの間にあり，それに対応する非貨幣的所得は oy より ow までの間にある．そして農家の総効用を示す無差別曲線は I_1D_1 よりも原点から離れるので，総効用の増加が表現されている．貨幣的所得の増加が非貨幣的所得をして著しく低下せしめない限り農家の総効用は増加するのである．

しかし後者（ii）の場合にみるように貨幣的所得が ox を越えて増加し，従つて非貨幣的所得が ow を越えて減少する場合には，農家の総合所得は p'' より m'' にむけて移動し，そのときの無差別曲線は I_1D_1 よりも原点に近く位置することになつて，総効用の低下を招くことになる。すなわち機械の導入による作業処理能力の向上を基礎として，過度の集約化及び経営多角化が行われるならば，貨幣的所得の増加は期待することができるがそのためにより多く非貨幣的所得を犠牲にすることになる。その結果農家の総効用において損失を負担しなければならないことになるのである．

一般に，所得経済（農業経営）のみを分離抽出して考察するときには，機械化による貨幣的所得の増加は機械導入の有利性を示している．しかし所得部面と家計部面との統合による農家経済の総効用の観点にたつとき，貨幣的所得の増加が総効用の増加と一致しない場合もあるのであるから，機械化による貨幣的所得増加という効果が農家経済として有利である場合もあり不利である場合もある。有利であり得る限界は，増大した貨幣所得とそれに対応して低下した非貨幣的所得との合成による農家の総合所得の効用が，機械化前のそれに較べて大きくなつているか否かという点に求められる．

わが国の農業では，機械の導入によつて貨幣的所得の増大を急ぐのあまり過度の集約化，多角化が行われることが珍らしくない。かゝる場合において貨幣的所得の額のみに捉われることなく，農家の総効用の観点からそれをそこなわぬように機械を利用することが要請されるのである。

VI. 総　　括

本稿は耕耘過程の機械化を中心とする農業機械化の経済性を究明することを目的とした．そしてその前提として，これを単に所得経済部面の経済性の問題に限定することなく，経営と家計との相互依存関係の上になり立つ全体的農家経済の立場から考察するという方法をとつた．E. O. Heady 等はこの点に関しすぐれた理論的構想を発表しているので，筆者はこの理論を基盤とし，

農家経済の目標を経営と家計の相互規定のもとにおける農家の総効用発揮に置き，この総効用が農業の機械化によつて受けるところの影響を分析的に考察した．その結果は次のごとし．

(1) 機械化によつて農家の貨幣的所得が減少せしめられる場合には，農家の総効用は必らずしも低下せず逆に増加する場合もある．それは貨幣的所得の減少が非貨幣的所得の増加によつて償われて余りある場合である．この場合の非貨幣的所得の増加は，主として余暇（leisure）の増加を意味する．

(2) 機械化によつて農家の貨幣的所得が差引増減のない場合には，所得経済よりみるときには機械化が何等積極的意義を持たないが，農家経済的には前同様余暇の増加分だけ総効用の増加となる．

(3) 機械化によつて貨幣的所得が増加する場合は，それが非貨幣的所得を著しく傷なわぬ限り総効用の増加となる．しかし過度の集約化，多角化が行われて現金収入の追及が行われる場合，所得経済的には有利である場合も農家経済全体からみるとき非貨幣的所得を著しく圧迫して，農家の総効用を減少せしめることがある．

戦後急激に進行しつゝあるわが国農業の機械化は，これを純粋に所得経済的に分離して経済性を究明しようとするときには不利益な投資を敢えて実施していると見られる場合が少くない．しかし農家経済の総効用の立場に立つときには，そのうちある部分は経済的合理性を持つて導入されているということができる。又逆に機械の利用が現金収入の追及のみに走ると，所得経済の経済性の観点からすれば有利であると認められても，農家の総効用において損失をこうむつている場合もあるのである。故に機械化の経済性の究明は，所得経済における経済性の分析と併行して農家経済の総効用に対する波及効果をも併せて研究することが必要である。

この研究を行うに当り，岡山大学農学部教授永友繁雄，同教育学部助教授片山嘉雄の諸氏に貴重な御教示を戴いたことを感謝します。又 Iowa 大学の碩学 Heady 教授は去る七月中旬来日されたが，幸運にも京都大学において親しく同教授と面接する機会を恵まれ，得難い御指導を賜つた。ここに記して深謝の意を表する次第である。

参考文献

1) 松沢盛茂（1958）：家族経営と農業機械，大槻正男博士還暦記念出版，農業経営経済学の研究（所載）227—250.

2) 桜井　豊（1957）：農業の機械化．綿谷赳夫，西村甲一編；農業理論の現状と展望．第7章119—138.

3) 福田　稔（1958）：農業機械の意義について．（農業機械化の経済的意義に関する研究，第1報）岡山大学農学部学術報告，No. **11**，88—95.

4) チャヤノフ原著磯辺秀俊，杉野忠夫共訳（1957）：小農経済の原理〔増訂版〕

5) 大槻正男（1941）：農業労働論.

6) 棚橋初太郎（1941）：小農経済と協同組合.

7) 中島千尋（1956）：労働者家計の均衡理論．農業経済研究，Vol. **28**，No. **2**.

7) 中島千尋（1957）：農家経済学の提唱．農業経済研究，Vol. **28**，No. **4**.

8) 田中　修（1951）：農家経済活動の分析．農業経済研究，Vol. **22**，No. **4**.

9) Heady, E. O. (1952): Economics of Agricultural Production.

10) Heady, E. O., Back, W, B. and Peterson, G. A. (1953): Interdependence Between the Farm Business and the Farm Household With Implications on Economic Efficiency. Agr. Exp. Sta., Iowa State Coll. Resea. Bull. 398.

学術報告編集委員

安田　　　勲
小松　伊三郎
池田　長　守
畔　柳　　鎮

岡山大学農学部学術報告　第12号

昭和33年9月10日印刷
昭和33年9月15日発行

編輯兼発行者　岡山市津島　岡山大学農学部

印刷所　岡山市上伊福190ノ1　岡山県農協印刷株式会社